

Übersicht S3-Leitlinie Lagerungstherapie und Mobilisation von kritisch Erkrankten auf Intensivstationen

Overview of the S3 Guideline on positioning therapy and the mobilisation of critically ill patients at the ICU

S. J. Schaller* · J. J. Grunow · N. Daum · T. Bein · M. Blobner · U. Hamsen · C. Hermes · A. Kaltwasser · P. Nydahl · A. Reißhauer · L. Renzewitz · F. T. Scheffebichler · K. Siemon · T. Staudinger · R. Ullrich · S. Weber-Carstens · H. Wrigge · D. Zergiebel · S. M. Coldewey*

► **Zitierweise:** Schaller SJ, Grunow JJ, Daum N, Bein T, Blobner M, Hamsen U et al: Übersicht S3-Leitlinie Lagerungstherapie und Mobilisation von kritisch Erkrankten auf Intensivstationen. *Anästh Intensivmed* 2025;66:126–139. DOI: 10.19224/ai2025.126

Zusammenfassung

Medizinische Fachgesellschaften wurden gebeten, Fachleute für eine S3-Leitliniengruppe nach AWMF-Regularien (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V.) zu nominieren. Ergänzt wurde die interdisziplinäre und interprofessionelle Leitliniengruppe inkl. Nachwuchswissenschaftler:innen durch eine Patient:innenvertretung sowie eine Vertreterin der AWMF, die die methodische Umsetzung beratend unterstützte.

Die Erstellung der Leitlinie erfolgte nach den Vorgaben der AWMF und basierte auf dem Bewertungsrahmen **The Appraisal of Guidelines for Research and Evaluation (AGREE) II**. Als zentrale Themen wurden (Früh-)Mobilisation, neuromuskuläre elektrische Stimulation, Mobilisationshilfen sowie Lagerung, einschließlich der Bauchlage, identifiziert und von spezialisierten Expert:innen-Gruppen bearbeitet. Dabei wurden potenzielle Interessenkonflikte sorgfältig berücksichtigt.

Das Gremium entwickelte PICO-Fragen (Population, Intervention, Vergleichsgruppe und Ergebnisse), führte eine systematische Literaturrecherche mit Screening und Volltextanalyse durch und erstellte daraufhin zusammenfassende Tabellen. Die Evidenzbewertung folgte den Kriterien des **Oxford Centre for Evidence-Based Medicine** (2011), ergänzt durch eine Verzerrungsrisikoanalyse. Die finalen Empfehlungen wurden nach GRADE-Standards formuliert und in

einem mehrstufigen Konsensverfahren abgestimmt, das einen Online-Delphi-Prozess und eine abschließende hybride Konsensuskonferenz umfasste.

Die deutsche Originalversion der Leitlinie wurde von den beteiligten Fachgesellschaften verabschiedet und bei der AWMF publiziert. Für die vorliegende aktuelle Fassung wurde die systematische Literaturrecherche bis April 2024 aktualisiert und die Empfehlungen wurden basierend auf neuen Erkenntnissen aus systematischen Übersichtsarbeiten und randomisierten kontrollierten Studien angepasst. Insgesamt wurden 46 Empfehlungen erarbeitet, wobei auch bestehende Forschungslücken benannt wurden.

Summary

Medical professional societies were requested to nominate experts in order to establish an S3 guideline group according to the regulations of the Association of the Scientific Medical Societies in Germany (AWMF). The interdisciplinary and inter-professional guideline group plus junior scientists were joined by a representative of the patients as well as a representative of the AWMF who supported the methodical realisation with her advice.

Creation of the guideline proceeded in conformity with the provisions made by the AWMF and was based on the evaluation framework **Appraisal of Guidelines for Research and Evaluation (AGREE) II**. (Early) mobilisation, neuromuscular electrical stimulation, mobilisation aids

* Stefan J. Schaller und Sina M. Coldewey sind gemeinsame Seniorautor:innen und haben als Ko-Koordinator:innen der Leitlinie gleichermaßen zu Inhalt des Artikels beigetragen.

Schlüsselwörter

Lagerung – Frühmobilisation
– Physikalische Therapieverfahren – Kritische Erkrankung
– Intensivmedizin

Keywords

Patient Positioning – Early Mobilisation – Physical Therapy Procedures – Critical Disease – Intensive Medical Care

and body positioning, including a prone position, were identified as central subjects and dealt with by the respective specializing expert groups. Potential conflicts of interest were carefully taken into consideration.

The panel developed PICO questions (population, intervention, comparison groups and outcomes), conducted a systematic literature search including screening procedures and full text analyses and created summary tables based on the results. Evidence assessment was in conformity with the criteria of the **Oxford Centre for Evidence-Based Medicine** (2011), supplemented by a risk of bias analysis. The final recommendations were formulated in accordance with the GRADE standards and agreed upon in a multi-layer consensus procedure which comprised an online Delphi process and a concluding hybrid consensus conference.

The original German version of the guideline has been authorised by the professional societies concerned and published by the AWMF. The literature survey of the current version has been updated to include April 2024 and the recommendations have been adjusted on the basis of the new knowledge gained from both systematic review publications and randomised control studies. Altogether, 46 recommendations have been elaborated, existing research gaps have also been identified.

Einleitung

Kritisch kranke Patient:innen auf Intensivstationen leiden nicht nur unter der Erkrankung, die zur Aufnahme geführt hat, sondern ebenso unter den negativen Begleiterscheinungen, die durch die Erkrankungsschwere und die Intensivtherapie bedingt sind [1]. Dazu zählt auch eine sich akut entwickelnde Muskelschwäche, die mit einem raschen Verlust an Muskelmasse und Stoffwechselstörungen im Muskel einhergeht [2,3]. Diese wird als „Intensive Care Unit acquired Weakness (ICU-AW)“ bezeichnet. Kurzfristig zeigen die Patient:innen mit ICU-AW eine längere Beatmungsdauer sowie Intensivstations- und Krankenhausverweildauer [4]. Trotz

des akuten Auftretens können körperliche Einschränkungen noch Jahre nach Entlassung von der Intensivstation nachgewiesen werden, welche weiterhin die Lebensqualität limitieren [5]. Die Frühmobilisation hat zum Ziel, diese negativen Auswirkungen zu reduzieren. Darüber hinaus sind Patient:innen auf der Intensivstation häufig nicht in der Lage, sich selbst zu positionieren, sodass dies durch das Behandlungsteam übernommen werden muss. Die Positionierung von Patient:innen richtet sich häufig auch nach der Grunderkrankung mit dem Ziel, das Behandlungsergebnis positiv zu beeinflussen, indem die physiologischen Funktionen des Körpers unterstützt werden. Allerdings können spezifische Lagerungen auch zu Nebenwirkungen führen [6]. Entsprechend stellt die Lagerungstherapie und Frühmobilisation von kritisch Erkrankten einen zentralen Behandlungsstandard in der modernen Intensivmedizin dar, welcher sich auch in den Qualitätsindikatoren der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin e. V. (DIVI) widerspiegelt [7]. Es sind seit der Veröffentlichung der S2e-Leitlinie 2015 „Lagerungstherapie und Frühmobilisation zur Prophylaxe oder Therapie von pulmonalen Funktionsstörungen“ unzählige relevante Studien veröffentlicht worden, sodass eine Aktualisierung notwendig war [8,9].

Methodik

Vorbereitung der S3-Leitlinie

Die Leitlinienmitglieder haben in einem gemeinsamen Konsens die zu behandelnden Themen neu priorisiert, einzelne Kapitel erweitert und klinisch relevante Fragen zur Festlegung der Endpunkte anhand der PICO-Kriterien (Population, Intervention, Vergleichsgruppe und Ergebnisse) priorisiert. Anschließend erfolgte eine systematische Literaturrecherche in Medline, PEDro, CINAHL und Cochrane Library im Zeitraum vom 01.01.2014 bis zum 04.04.2024.

Literaturrecherche und Qualitätsassessment

Nach Durchsicht der Titel, Abstracts und Volltexte durch zwei unabhängige

Bewerter:innen erfolgte bei Einschluss von Studien (507 von 14.945 Studien wurden eingeschlossen) die weitere Bearbeitung der Volltexte anhand der Evidenztabellen der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF). Der Evidenzgrad wurde für jede Studie anhand des „Oxford Centre for Evidence-Based Medicine: Level of Evidence“-Dokuments (Version 2011) bestimmt. Das Bias-Risiko für randomisierte kontrollierte Studien wurde mit dem „Cochrane Risk of Bias Tool“ (RoB2) verifiziert. Für systematische Reviews wurde das ROBIS-Tool verwendet. Bestehende Leitlinien mit Empfehlungen zu Lagerungs- und/oder Mobilisationstherapien wurden mit dem AGREE 2-Tool bewertet.

Konsensfindung im Delphi-Verfahren und abschließender Konsensuskonferenz

Die Konsensfindung erfolgte überwiegend online im Delphi-Verfahren und gliederte sich in insgesamt drei Abstimmungsrunden. Basierend auf der systematischen Literaturrecherche wurden für die formulierten Empfehlungen ein Empfehlungsgrad sowie ein Evidenzlevel festgelegt und anschließend abgestimmt. Die Empfehlungsgrade wurden nach GRADE [10] wie in Tabelle 1 dargestellt. Eine Empfehlung galt als angenommen, wenn >75 % Zustimmung vorlag (Klassifikation „Konsens“). Bei einer Zustimmung >95 % wird von einem starken Konsens ausgegangen. Im Rahmen der englischsprachigen Veröffentlichung der Leitlinie wurde ein Update der Evidenzbewertung von Leitlinien, systematischen Reviews ± Metaanalysen und

Tabelle 1

Zweistufiges Schema zur Graduierung von Empfehlungen nach GRADE [10].

Empfehlungsgrad	Beschreibung	Ausdrucksweise
1	Starke Empfehlung	Wir empfehlen/empfehlen nicht
2	Schwache Empfehlung	Wir schlagen vor/schlagen nicht vor

randomisierten kontrollierten Studien vom 01.06.2022 bis zum 04.04.2024 durchgeführt. Das finale Online-Delphi-Verfahren fand vom 30.06.2024 bis zum 13.07.2024 statt.

Empfehlungen

Die Empfehlungen der Leitlinie dienen als Leitfaden für die (Früh-)Mobilisations- und Lagerungstherapie auf Intensivstationen und basieren auf dem aktuellen Stand der Forschung.

Die Zielgruppe der S3-Leitlinie sind alle Mitglieder des interdisziplinären und interprofessionellen Teams auf Intensivstationen, die an der Behandlung, Pflege und Therapie kritisch kranker Patient:innen beteiligt sind. Dies umfasst Ärzt:innen, Physiotherapeut:innen, Pflegefachpersonen, Ergotherapeut:innen und möglicherweise weitere Berufsgruppen, die an der Lagerungs- und Mobilisationstherapie beteiligt sind.

In der aktuellen Version gilt die Leitlinie für alle kritisch kranken Patient:innen (≥ 18 Jahre), die auf einer Intensivstation behandelt werden.

Lagerung

Sollten kritisch erkrankte Patient:innen auf der Intensivstation eine Oberkörperhochlagerung erhalten?

Wir empfehlen bei intubierten Patient:innen eine Oberkörperhochlagerung $\geq 40^\circ$ unter Abwägung möglicher hämodynamischer Nebenwirkungen und eines erhöhten Risikos für Druckulzera. Empfehlungsgrad: stark; Evidenzgrad: 1

Sollten Patient:innen mit erhöhtem intrakraniellen Druck eine Oberkörperhochlagerung erhalten?

Wir schlagen vor, bei Patient:innen mit erhöhtem intrazerebralen Druck den Oberkörper so erhöht zu lagern, dass der günstigste Effekt auf den zerebralen Perfusionsdruck entsteht. Empfehlungsgrad: schwach; Evidenzgrad: 4

Sollten Patient:innen mit erhöhtem intraabdominellen Druck eine Oberkörperhochlagerung erhalten?

Wir schlagen vor, die Oberkörperhochlagerung unter Beugung von Knie und Hüfte bei Patient:innen mit einem Risiko für eine intraabdominelle Druckerhöhung oder bereits erhöhtem intraabdominellen Druck zu vermeiden und stattdessen für die Oberkörperhochlagerung die Anti-Trendelenburg-Lagerung zu bevorzugen. Empfehlungsgrad: schwach; Evidenzgrad: 3

Sollten Intensivpatient:innen in eine Seitenlagerung gebracht werden?

Wir können derzeit keine Empfehlung für die Seitenlagerung ausschließlich zur Prävention pulmonaler Komplikationen bei Patient:innen ohne Lungenschädigung geben. Empfehlungsgrad: schwach; Evidenzgrad: 3

Sollten Intensivpatient:innen mit unilateralen Lungenschädigungen in eine Seitenlagerung gebracht werden?

Wir schlagen vor, bei der Beatmung von Patient:innen mit unilateralen Lungenschädigungen zur Verbesserung des Gasaustausches eine Seitenlage von ca. 90° mit der gesunden Seite nach unten („good lung down“) durchzuführen. Empfehlungsgrad: schwach; Evidenzgrad: 3

Sollten Intensivpatient:innen in flacher Rückenlage gelagert werden?

Wir empfehlen die regelmäßige Modifikation der Lagerung, um die flache Rückenlage als ungeeignete Form der Lagerung zu vermeiden. Empfehlungsgrad: stark; Evidenzgrad: 5 (Expert:innenempfehlung)

Sollten Intensivpatient:innen einer kontinuierlichen lateralen Rotationstherapie zugeführt werden?

Wir schlagen vor, eine kontinuierliche laterale Rotationstherapie nicht anzuwenden. Empfehlungsgrad: schwach; Evidenzgrad: 2

Wann sollte die Bauchlagerung durchgeführt werden?

Wir empfehlen die Bauchlagerung bei invasiv beatmeten Patient:innen mit ARDS (Acute Respiratory Distress Syndrome) und Einschränkungen der arteriellen Oxygenierung ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 150$ mmHg). Empfehlungsgrad: stark; Evidenzgrad: 1

Wann sollte mit der Bauchlagerung begonnen werden?

Wir empfehlen, die Bauchlagerung frühzeitig zu erwägen und nach Indikationsstellung unverzüglich umzusetzen. Empfehlungsgrad: stark; Evidenzgrad: 1

Wie lange sollte die Bauchlagerung erfolgen?

Wir empfehlen, eine Bauchlagerung mindestens 12, vorzugsweise 16 Stunden lang durchzuführen. Empfehlungsgrad: stark; Evidenzgrad: 1

Wie sollte die Beatmung während der Bauchlagerung eingestellt werden?

Wir empfehlen, für die Beatmung in Bauchlagerung dieselben Prinzipien einer optimierten Beatmungsstrategie wie für die Rückenlage anzuwenden, einschließlich der lungenprotektiven Limitierung des Tidalvolumens, der Verhinderung von Derekrutierung und der Integration von Spontanatemanteilen. Empfehlungsgrad: stark; Evidenzgrad: 1

Wie sollte die Bauchlagerung vorbereitet werden?

Wir schlagen vor, vor der Anwendung der Bauchlagerung die Patient:innen hämodynamisch zu stabilisieren und den Volumenstatus

zu optimieren. Der Einsatz von Katecholaminen ist keine Kontraindikation, um eine Bauchlagerung durchzuführen.

Empfehlungsgrad: schwach; Evidenzgrad: 5 (Expert:innenempfehlung)

Wann ist die Bauchlagerung kritisch abzuwägen?

Wir schlagen vor, die Bauchlagerung nach abdomineller Operation oder Erkrankung sowie bei abdomineller Adipositas nach individueller Abwägung von Nutzen (Verbesserung der Oxygenierung) und Risiko (Erhöhung des intraabdominellen Drucks mit dem Risiko von chirurgischer Komplikation, akutem Nierenversagen oder hypoxischer Hepatitis) zu erwägen.

Empfehlungsgrad: schwach; Evidenzgrad: 4

Wann ist die Bauchlagerung kritisch abzuwägen?

Wir empfehlen, bei Patient:innen mit Risiko für einen erhöhten intrakraniellen Druck diesen während der Lagerungsmaßnahme kontinuierlich oder diskontinuierlich in engmaschigen Intervallen zu überwachen. Der Kopf sollte während dieser Maßnahme zentriert positioniert und eine Seitdrehung vermieden werden.

Empfehlungsgrad: stark; Evidenzgrad: 5 (Expert:innenempfehlung)

Wann ist die Bauchlagerung kritisch abzuwägen?

Wir schlagen vor, bei den folgenden Kontraindikationen nur im Einzelfall nach Abwägung von Nutzen und Risiko sowie nach Absprache mit den beteiligten Fachdisziplinen die Bauchlagerung durchzuführen:

- offenes Abdomen
- Wirbelsäuleninstabilität
- erhöhter intrakranieller Druck
- hämodynamisch wirksame Herzrhythmusstörungen
- Schock

Empfehlungsgrad: schwach; Evidenzgrad: 5 (Expert:innenempfehlung)

Wann kann die Bauchlagerung beendet werden?

Wir schlagen vor, die Bauchlagerung bei anhaltender Verbesserung der Oxygenierung in Rückenlage (4 h nach Rücklagerung: $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \geq 150$ bei einem PEEP (Positive End Expiratory Pressure) ≤ 10 cmH₂O und einer $\text{FiO}_2 \leq 0,6$) zu beenden.

Empfehlungsgrad: schwach; Evidenzgrad: 2

Wann kann die Bauchlagerung beendet werden?

Wir schlagen vor, die Bauchlagerungstherapie zu beenden, sollten mindestens zwei Lagerungsversuche erfolglos geblieben sein.

Empfehlungsgrad: schwach; Evidenzgrad: 5 (Expert:innenempfehlung)

Ist eine komplette Bauchlagerung einer inkompletten vorzuziehen?

Wir empfehlen, die komplette (180°) der inkompletten Bauchlagerung vorzuziehen, da für die inkomplette Bauchlagerung keine Evidenz zur Verbesserung des klinischen Behandlungsergebnisses vorliegt und die komplette Bauchlagerung einen stärkeren Effekt auf die Oxygenierung aufweist.

Empfehlungsgrad: stark; Evidenzgrad: 2

Welche Risiken und Nebenwirkungen hat die Bauchlagerung?

Wir empfehlen, die für Druckulzera gefährdeten Stellen bei Bauchlagerung sorgfältig zu prüfen, um deren erhöhtes Risiko zu minimieren.

Empfehlungsgrad: stark; Evidenzgrad: 1

Ist eine Bauchlagerung im Wachzustand („awake proning“) bei Patient:innen mit COVID-19 mit nichtinvasiver Beatmung sinnvoll?

Wir empfehlen, bei nicht invasiv beatmeten Patient:innen mit COVID-19 und akut hypoxischem Lungenversagen Bauchlagerungen im Wachzustand („awake proning“) durchzuführen.

Empfehlungsgrad: stark; Evidenzgrad: 1

Ist eine Bauchlagerung im Wachzustand („awake proning“) bei Patient:innen ohne COVID-19 mit nichtinvasiver Beatmung sinnvoll?

Wir können derzeit keine Aussage für die wache Bauchlagerung bei nicht invasiv beatmeten Patient:innen ohne COVID-19 abgeben.

Empfehlungsgrad: [-]; Evidenzgrad: 5 (Expert:innenempfehlung)

Wie lange sollte eine Bauchlagerung im Wachzustand dauern?

Wir können derzeit keine Empfehlung für die Dauer einer Bauchlagerung im Wachzustand abgeben.

Empfehlungsgrad: [-]; Evidenzgrad: 5 (Expert:innenempfehlung)

Sollte unter ECMO-Therapie eine Bauchlagerung durchgeführt werden?

Wir schlagen vor, Bauchlagerungen auch bei ARDS unter venovenöser ECMO-Therapie (Extracorporeale membran oxygenation) durchzuführen.

Empfehlungsgrad: schwach; Evidenzgrad: 2

Oberkörperhochlagerung

Die ventilatorassoziierte Pneumonie (VAP) ist eine relevante Komplikation, die die Intensivstations- und Krankenhausverweildauer verlängert und die Mortalität erhöht [11–15]. In mehreren systematischen Reviews konnte gezeigt werden, dass die Oberkörperhochlagerung zu einer Reduktion der VAP führt. In einem Cochrane Review mit zehn randomisierten kontrollierten Studien (RCTs) zeigte die Oberkörperhochlagerung 30–60° versus 0–10° signifikante Vorteile im Hinblick auf eine klinisch vermutete VAP (8 Studien, 759 Patient:innen, 14,3 % versus 40,2 %, RR (Risk Ratio) 0,36; 95 %-Konfidenzintervall (KI) 0,25 bis 0,50; Risikodifferenz (RD) 25,7 %; 95 %-KI 20,1 % bis 30,1 %) [12]. Dies ist vermutlich bedingt durch die Reduktion des gastralen Refluxes

(OR (Odds Ratio) 0,50; 95 %-KI 0,27 bis 0,96; $p = 0,04$) bei Oberkörperhochlagerung [11]. Die Reduktion der VAP-Rate geht auch mit einer Reduktion der Beatmungsdauer einher (MD (Mittelwertdifferenz) -3,26 Tage; 95 %-KI -6,31 bis -0,20) [13]. Neben den positiven Effekten der Oberkörperhochlagerung zeigt sich ebenfalls ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung von Dekubitalulzera als Nebenwirkung (OR 1,88; 95 %-KI 1,05 bis 3,36, $p = 0,03$) [11]. Es konnte kein Effekt auf die Intensivstationsverweildauer oder Mortalität durch die Oberkörperhochlagerung nachgewiesen werden [11–13]. Es gibt zum aktuellen Zeitpunkt keine Evidenz einer Oberkörperhochlagerung für nichtintubierte Patient:innen, sodass hier keine Aussage getroffen werden kann.

Entsprechend der S1-Leitlinie Intrakranieller Druck von 2018 (AWMF-Registernummer: 030/105; gültig bis 13.02.2028) kann die Oberkörperhochlagerung bei erhöhtem intrakraniellen Druck nicht allgemeingültig empfohlen werden. Der individuelle Effekt der Lagerung (0° , 15° und 30°) auf den intrakraniellen Druck (ICP) und zerebralen Perfusionsdruck (CPP) muss stets im Hinblick auf die hämodynamischen Auswirkungen evaluiert werden, um die optimale Lagerungsposition festzulegen. Ausgenommen sind beatmete Patient:innen und solche mit Aspirationsgefahr, denn hier ist eine 0° -Lagerung nicht empfehlenswert [16].

Zu beachten ist, dass in mehreren Beobachtungsstudien gezeigt werden konnte, dass der intraabdominelle Druck mit dem Grad der Oberkörperhochlagerung steigt [17–20].

Seitenlagerung

Es konnte in einer multizentrischen, randomisierten kontrollierten Studie eine Reduktion der VAP-Rate durch Seitenlagerung mit Trendelenburg-Lagerung nachgewiesen werden. Aufgrund der erhöhten Rate an unerwünschten Nebenwirkungen und des fehlenden Effekts auf die Mortalität kann die Seitenlagerung zur Reduktion der VAP-Inzidenz nicht empfohlen werden [21].

In einem Cochrane Review zur Seitenlagerung von Intensivpatient:innen

konnten insgesamt 24 Studien eingeschlossen werden, wobei die Qualität sehr heterogen ist. In zwei Studien mit Patient:innen mit unilateraler Lungenschädigung konnte eine Verschlechterung der Oxygenierung im Mittelwert um 50 mmHg (MD -49,3 mmHg; 95 %-KI -67,3 bis -31,2; $p < 0,001$) bei Positionierung der gesunden Lunge nach oben nachgewiesen werden. Wir schlagen deshalb vor, bei unilateraler Lungenschädigung die Lagerung mit der gesunden Lungen nach unten durchzuführen [22].

Rückenlage

Die vorteilhaften Effekte der Oberkörperhochlagerung wurden bereits in den vorherigen Abschnitten beschrieben. Es gibt keine expliziten wissenschaftlichen Untersuchungen zu den potenziellen Nachteilen durch eine flache Rückenlagerung. Konsens unter den Expert:innen ist jedoch, dass die flache Rückenlage zu vermeiden ist und regelmäßige Lagerungswechsel im Sinne einer Mikrolagerung vorzunehmen sind.

Kontinuierliche laterale Rotationstherapie

Erste Studien (eine randomisierte kontrollierte Studie und eine Metaanalyse) zeigten einen günstigen Effekt der kontinuierlichen lateralen Rotationstherapie (KLRT) auf die VAP-Rate, jedoch keinen Effekt auf die Mortalität [23–25]. Gleichzeitig gibt es Studien, die keinen positiven Effekt auf die Lungenfunktion zeigen [26,27]. Es gibt einen relevanten Anteil an Patient:innen, welche die KLRT nicht tolerieren bzw. relevante Agitation zeigen. Darüber hinaus zeigte eine große retrospektive Registeranalyse bei traumatologischen Patient:innen mit Lungenverletzungen, dass die KLRT mit einer längeren Beatmungs- und Intensivstationsverweildauer sowie vermehrten Organdysfunktionen assoziiert war. Aufgrund der heterogenen Studienlage mit sowohl positiven als auch negativen Effekten sowie der Notwendigkeit einer tiefen Sedierung kann die KLRT nicht mehr empfohlen werden.

Bauchlagerung

Die 2013 veröffentlichte PROSEVA-

Studie ist das Ergebnis aus zwölf Jahren intensiver Forschung zur Bauchlagerungstherapie und spiegelt in ihren Einschlusskriterien und der Intervention alle relevanten Aspekte wider, die für eine erfolgreiche Bauchlagerung notwendig sind. Es erfolgte der Einschluss von Patient:innen mit einer eingeschränkten Oxygenierung ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 150$ mmHg; $\text{PEEP} \geq 5$ cmH₂O ; $\text{FiO}_2 \geq 0,6$; Beatmungsdauer < 36 Stunden; Tidalvolumen 6 ml/kgPBW (Predicted Body Weight)) und dann die Bauchlagerung für mindestens 16 Stunden. Es zeigte sich eine Reduktion der Mortalität von 32,8 % auf 16,0 % [6]. In einer anschließend durchgeführten Metaanalyse zeigte sich, dass ein Mortalitätsvorteil durch die Bauchlagerung nur dann bestand, wenn eine ausgeprägte Oxygenierungsstörung vorlag, die Bauchlagerung ausreichend lange durchgeführt wurde und eine lungenprotektive Beatmung im Sinne limitierter Tidalvolumina erfolgte. Entsprechend der Analysen lagen die Cut-offs bei ≥ 12 Stunden für die Bauchlagerungsdauer, ≤ 130 –200 mmHg für den $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ und $\leq 8,5$ ml/kgPBW für die Tidalvolumina [28]. Die Metaanalysen von Mora-Arteaga et al. und Bloomfield et al. zeigen, dass für einen signifikanten Effekt auf die Mortalität auch ein früher Beginn notwendig ist, in diesen Fällen innerhalb von 48 Stunden [29,30].

Aus diesen Ergebnissen lassen sich die Empfehlungen ableiten, dass die Bauchlagerung bei einem $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 150$ mmHg indiziert ist, dann sofort umgesetzt werden sollte, jede Bauchlagerung mindestens 12 Stunden, besser 16 Stunden dauern soll und die Beatmung kongruent zur Rückenlagerung lungenprotektiv durchgeführt werden soll. Moran et al. konnten zudem einen positiven Effekt für jede zusätzliche Stunde Bauchlagerung in einer Metaregression zeigen (RR 0,97, 95 %-KI 0,96 bis 0,98, $p < 0,001$) [28].

In mehreren Beobachtungsstudien führte die Bauchlagerung bei einem Teil der untersuchten Patient:innen zu einem Anstieg des Herzindex (HI), was am ehesten auf die Verbesserung der Vorlast sowie die Reduktion der pulmonalvasculären Dysfunktion zurückzuführen ist.

Guidelines and Recommendations

Special Articles

In den vorgestellten Studien wurde eine Abnahme des HI nur in einer kleinen Subpopulation beobachtet. Es zeigte sich darüber hinaus auch eine Verbesserung der rechtsventrikulären Funktion bei akutem Cor pulmonale [31–35].

Die Phase der Umlagerung ist trotzdem ein hochdynamisches Geschehen, welches nicht adäquat in einer Studie abzubilden ist. Es erscheint daher sinnvoll, vor der Bauchlagerung den Volumenstatus zu optimieren und die Patient:innen hämodynamisch zu stabilisieren.

Die Bauchlagerung führt zu einem Anstieg des intraabdominalen Drucks von 12 ± 4 mmHg auf 14 ± 5 mmHg. Aufgrund des erhöhten Herzindex kam es trotz der reduzierten relativen Nierenperfusion zu keiner Funktionseinschränkung [35]. Auch Patient:innen nach abdominalchirurgischen Eingriffen in Bauchlage zeigten keine assoziierten Komplikationen [36]. Bei Patient:innen mit Adipositas und Bauchlagerung zeigten sich heterogene Ergebnisse, da De Jong et al. keine vermehrten Komplikationen bei reduzierter Mortalität zeigen konnten, während Weig et al. eine erhöhte Rate an Nierenversagen und hypoxischer Hepatitiden nachweisen konnten [37,38]. Aus diesen Ergebnissen wird die Empfehlung zur Durchführung einer individuellen Abwägung von Nutzen und Risiko in diesem Kollektiv abgeleitet.

Die Bauchlagerung führt zu einer Erhöhung des intrakraniellen Drucks und vermehrten Episoden mit einem intrakraniellen Druck >20 mmHg und damit zu einer Reduktion des zerebralen Perfusionsdrucks. Dies konnte in mehreren Studien unabhängig voneinander gezeigt werden [39,40]. Es gibt auch einzelne Studien, die einen stärkeren Anstieg des mittleren arteriellen Drucks als des intrakraniellen Drucks und somit eine Verbesserung des zerebralen Perfusionsdrucks zeigen [41]. Aufgrund der verbesserten Oxygenierung konnte jedoch trotz des erhöhten intrakraniellen Drucks eine verbesserte Gewebeatmung nachgewiesen werden [42]. Die Bauchlagerung bei einem Risiko für einen erhöhten intrakraniellen Druck ist

nach individueller Nutzen-Risiko-Abwägung möglich. Es sollte eine kontinuierliche Überwachung des intrakraniellen Drucks und zerebralen Perfusionsdrucks erfolgen.

Es gibt keine spezifischen Untersuchungen hinsichtlich der Beendigung der Bauchlagerungstherapie. Das Protokoll der PROSEVA-Studie hat eine Beendigung vorgesehen, sobald 4 h nach Rücklagerung eine anhaltende Verbesserung der Oxygenierung mit einem $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \geq 150$ mmHg bei einem $\text{PEEP} \leq 10$ cmH₂O und einer $\text{FiO}_2 \leq 0,6$ erreicht werden konnte. Da die PROSEVA-Studie als einzige solitäre Studie einen Mortalitätsvorteil gezeigt hat, ist das Protokoll die beste vorliegende Evidenz und wir schlagen vor, dieses als Orientierung zu nutzen [6].

Die Bauchlagerung wurde initiiert, um die Oxygenierung zu verbessern. Es gibt keine Untersuchungen, wie lange die Bauchlage bei Patient:innen ohne Oxygenierungsvorteil durchgeführt werden sollte. Die Leitliniengruppe empfiehlt daher, die Bauchlagerung nach zwei erfolglosen Lagerungsversuchen zu beenden.

In der randomisierten Cross-over-Studie von Bein et al. zeigte die inkomplette (135°) Bauchlagerung eine geringere Rate an relevanter Verbesserung der Oxygenierung im Vergleich zur kompletten (180°) Bauchlagerung. Darüber hinaus wurde keine Reduktion der Dekubitusinzidenz beobachtet [43]. Die Entwicklung eines Gesichtsoedems war bei der inkompletten Bauchlagerung um 10 % geringer. Aufgrund des reduzierten Effekts auf die Oxygenierung und des fehlenden Nachweises eines Effekts auf die Mortalität wird empfohlen, die komplette Bauchlagerung zu bevorzugen.

In diversen Metaanalysen und randomisierten kontrollierten Studien konnte gezeigt werden, dass eine Bauchlage das Risiko für Druckulzera signifikant erhöht. Die belasteten Körperstellen sollten sorgfältig geprüft werden [30, 44–51].

Eine Bauchlagerung im Wachzustand bei COVID-19-Patient:innen mit nicht-invasiver Beatmung reduzierte laut

Metanalysen die Intubationshäufigkeit. Beran et al. zeigten eine signifikante Reduktion der Mortalität bei Bauchlagerung im Wachzustand bei nicht intubierten Patient:innen (RR 0,68, 95 %-KI 0,51 bis 0,90). Es konnte allerdings kein konstanter Effekt auf die Krankenhausverweildauer nachgewiesen werden [52]. Weitere Studien zeigten keinen Einfluss auf die Sterblichkeit [53–56]. Es wurde insgesamt von keinen relevanten Nebenwirkungen bei der Bauchlagerung im Wachzustand berichtet. Zum aktuellen Zeitpunkt fehlen Untersuchungen zu Patient:innen mit hypoxischem Lungenversagen, welches nicht durch COVID-19 bedingt ist.

Die Bauchlagerung im Wachzustand kann daher aktuell evidenzbasiert nur bei COVID-19-Patient:innen mit nichtinvasiver Beatmung empfohlen werden. Es kann keine Aussage zu Patient:innen ohne COVID-19 getroffen werden.

In den durchgeführten Studien zur Bauchlagerung im Wachzustand variiert die Dauer der Bauchlage stark von einer bis acht Stunden [54,55,57–60]. Es konnten erste Dosis-Wirkungs-Beziehungen aufgezeigt werden [59]. Aufgrund der heterogenen Protokolle mit positiven Effekten bei einer unterschiedlichen Dauer ist es aktuell nicht möglich, eine Empfehlung zur optimalen Dauer und Frequenz abzugeben.

Patient:innen, die im Rahmen eines hypoxischen Lungenversagen bei ARDS eine ECMO-Therapie erhalten, sollten stets auch die Kriterien für eine Bauchlagerung erfüllen. Die aktuelle Evidenz ist dabei nicht eindeutig. Ein systematisches Review mit Metaanalyse von Papazian et al., welches primär aus Observationsstudien besteht, konnte einen Überlebensvorteil durch die Bauchlagerung bei ECMO-Patient:innen nachweisen [61]. Diesen Effekt konnten Poon et al. in ihrem systematischen Review nicht reproduzieren und es konnte sogar eine längere ECMO-Dauer und Intensivstationsverweildauer aufzeigen [62]. Trotzdem schlagen wir aufgrund des Vorteils in der Arbeit von Papazian et al. vor, die Bauchlagerung auch bei venovenöser ECMO-Therapie durchzuführen.

Mobilisation

Wann sollte eine Mobilisation auf der Intensivstation gestartet werden?

Wir empfehlen, die Mobilisation von Intensivpatient:innen innerhalb von 72 h nach Aufnahme zu starten. Empfehlungsgrad: stark; Evidenzgrad: 1

Was sind die Voraussetzungen für die Durchführung von (Früh-)Mobilisation?

Wir empfehlen, dass der Krankenhausträger die personellen und materiellen Voraussetzungen schafft, um (Früh-)Mobilisation entsprechend diesen Empfehlungen durchführbar zu machen. Empfehlungsgrad: stark; Evidenzgrad: 5 (Expert:innenempfehlung)

Wer sollte eine Frühmobilisation erhalten?

Wir empfehlen die Durchführung von (Früh-)Mobilisation bei allen intensivmedizinisch behandelten Patient:innen, die zuvor funktionell unabhängig waren und bei denen keine Kontraindikationen vorliegen. Empfehlungsgrad: stark; Evidenzgrad: 1

Wer sollte eine Frühmobilisation erhalten?

Wir schlagen vor, auch bei intensivmedizinisch behandelten Patient:innen, die zuvor nicht funktionell unabhängig waren und bei denen keine Kontraindikationen vorliegen, (Früh-)Mobilisation durchzuführen. Empfehlungsgrad: schwach; Evidenzgrad: 3

Wer sollte eine Frühmobilisation erhalten?

Wir empfehlen, auch Patient:innen mit kontinuierlicher Nierenersatztherapie (CRRT), nach Absprache im interprofessionellen Team und wenn keine Kontraindikationen vorliegen, zu mobilisieren. Empfehlungsgrad: stark; Evidenzgrad: 2

Wer sollte eine Frühmobilisation erhalten?

Wir schlagen vor, Patient:innen mit Subarachnoidalblutung oder externen Ventrikeldrainagen nach interdisziplinärer Absprache und Risiko-Nutzen-Abwägung zu mobilisieren. Empfehlungsgrad: schwach; Evidenzgrad: 3

Wer sollte eine Frühmobilisation erhalten?

Wir empfehlen, auch unter ECMO-Therapie, nach Absprache im interprofessionellen Team und wenn keine Kontraindikationen vorliegen, (Früh-)Mobilisation durchzuführen. Empfehlungsgrad: stark; Evidenzgrad: 3

Wer sollte eine Frühmobilisation erhalten?

Wir empfehlen, eine medizinisch notwendige Immobilisation explizit anzuordnen. Empfehlungsgrad: stark; Evidenzgrad: 5 (Expert:innenempfehlung)

Wer sollte keine (Früh-)Mobilisation erhalten?

Wir empfehlen, die Mobilisation bei Patient:innen mit ausreichender respiratorischer und kardiovaskulärer Reserve vorzunehmen. Wir können aktuell jedoch keine evidenzbasierte Empfehlung zu absoluten Werten als Kontraindikation für Mobilisation abgeben. Empfehlungsgrad: stark; Evidenzgrad: 5 (Expert:innenempfehlung)

Wann sollte eine Mobilisationseinheit unterbrochen bzw. abgebrochen werden?

Wir schlagen vor, eine Mobilisationseinheit zu pausieren oder abbrechen, wenn es nach klinischer Einschätzung zu einer Gefährdung der Patient:innen kommt. Die Kriterien können sein:

- SpO₂-Abfall < 86 %
- Herzfrequenz-Anstieg > 30 % vom Ausgangswert

- systolischer Blutdruck-Anstieg ≥ 40 mmHg
- diastolischer Blutdruck-Anstieg ≥ 20 mmHg
- mittlerer arterieller Druck < 60 mmHg
- neu aufgetretene oder gesteigerte Herzrhythmusstörungen
- Verschlechterung des Bewusstseinszustandes im Vergleich zum Mobilisierungsstart
- Schmerzen, die nicht durch adäquate Schmerztherapie therapiert werden können

Empfehlungsgrad: schwach; Evidenzgrad: 5 (Expert:innenempfehlung)

Wie sollte (Früh-)Mobilisation durchgeführt werden?

Wir empfehlen ein protokollbasiertes Vorgehen für die Durchführung der (Früh-)Mobilisation. Empfehlungsgrad: stark; Evidenzgrad: 1

Wie sollte (Früh-)Mobilisation durchgeführt werden?

Wir schlagen vor, in das Mobilisationsprotokoll Sicherheitskriterien (z. B. pulmonale und kardiovaskuläre Voraussetzungen) zu integrieren. Empfehlungsgrad: schwach; Evidenzgrad: 2

Wie sollte eine Mobilisationseinheit vorbereitet werden?

Wir schlagen zur Vorbereitung der Mobilisation die Information der:des kritisch Erkrankten, die Bereitstellung ausreichenden Personals und die Sicherung/Verlängerung von Strukturen des künstlichen Atemwegs, der Infusionsleitungen oder anderer Drainagen vor. Zur Überwachung der Vitalparameter während Mobilisation sollten Herzfrequenz, Blutdruck und periphere Sauerstoffsättigung kontinuierlich/engmaschig erfasst werden. Bei beatmeten Patient:innen sollten die wichtigsten Beatmungsparameter kontinuierlich dargestellt werden. Empfehlungsgrad: schwach; Evidenzgrad: 5 (Expert:innenempfehlung)

Wie sollte eine Mobilisationseinheit vorbereitet werden?

Wir empfehlen, sowohl passive als auch aktive Komponenten im Mobilisationsprotokoll zu verwenden.
Empfehlungsgrad: stark; Evidenzgrad: 2

Wie lange und häufig sollte Mobilisation durchgeführt werden?

Wir können keine Empfehlung für die tägliche Mobilisierungsdauer abgeben.

Empfehlungsgrad: stark; Evidenzgrad: 5 (Expert:innenempfehlung)

Wie intensiv sollte Mobilisation durchgeführt werden?

Wir empfehlen eine schrittweise Mobilisierung auf die höchstmögliche Stufe.

Empfehlungsgrad: stark; Evidenzgrad: 1

Wie sollte Mobilisation in die intensivmedizinische Versorgung integriert werden?

Wir empfehlen, (Früh-)Mobilisation in ein Maßnahmenbündel einzubinden, welches Konzepte zur angepassten Symptomkontrolle von Schmerz, Angst, Agitation und Delir sowie zur täglichen Überprüfung der Spontanatmung bei beatmeten Patient:innen enthält (z. B. ABCDEF-Bundle).

Empfehlungsgrad: stark; Evidenzgrad: 2

Wie kann Mobilisation (mit spezieller Ernährung) sinnvoll ergänzt werden?

Wir können derzeit keine Empfehlung zur Kombination von Mobilisation mit erhöhter Proteinzufuhr abgeben.

Empfehlungsgrad: [-]; Evidenzgrad: 5 (Expert:innenempfehlung)

Wie sollten Zugehörige in die (Früh-)Mobilisation kritisch Erkrankter eingebunden werden?

Wir können derzeit keine Empfehlung zur Einbindung von Angehörigen kritisch Erkrankter bei der

(Früh-)Mobilisation abgeben.

Empfehlungsgrad: [-]; Evidenzgrad: 5 (Expert:innenempfehlung)

Der Beginn der Frühmobilisation liegt in dem Spannungsfeld zwischen der Vermeidung pathophysiologischer Vorgänge, welche bereits frühzeitig beginnen, und ebenfalls der Vermeidung negativer Auswirkung aufgrund der instabilen klinischen Gesamtsituation in der Frühphase der Therapie auf der Intensivstation [2,63–65]. In einer Netzwerk-Metaanalyse konnte gezeigt werden, dass insgesamt der Beginn der Mobilisation zwischen 48 und 72 Stunden nach Beginn der Beatmung den besten Effekt auf das Behandlungsergebnis hat [66]. Dies ist auch kongruent zu der Beobachtung, dass Studien, welche innerhalb dieses Zeitraums die Intervention begonnen haben (Schaller et al. und Schweickert et al.), positive Effekte finden, während Studien, welche später mit der Intervention begonnen haben (Wright et al. und Moss et al.) keinen Effekt sehen [67–70]. Es gibt aktuell keine einheitliche Definition zum optimalen Zeitpunkt und Dosierung bezüglich Frühmobilisation in der wissenschaftlichen Literatur [71,72]. Diese Leitlinie definiert die Frühmobilisation entsprechend der Empfehlung als Beginn innerhalb von 72 Stunden aufgrund des positiven Behandlungseffekts [73].

Die Umsetzung der Frühmobilisation scheitert laut aktuellen wissenschaftlichen Untersuchungen häufig an strukturellen Barrieren wie unzureichender personeller Besetzung und fehlendem Material [74–76]. Es ist Aufgabe des Krankenhausträgers, die Voraussetzungen für die adäquate Umsetzung der Empfehlungen in dieser Leitlinie zu schaffen.

Die Anzahl an Primäruntersuchungen zu (Früh-)Mobilisation auf der Intensivstation sowie auch die Anzahl der Metaanalysen ist hoch. Aufgrund der vielfältigen Effekte der Frühmobilisation wurden verschiedene Outcomeparameter untersucht. Insgesamt zeigt sich ein Bild mit teilweise reproduzierbaren positiven Effekten in den Bereichen

physische Funktion, Muskelstärke, Beatmungsdauer, Liegedauer und Entlassung in die Häuslichkeit (Tab. 2). Die fehlende Reproduzierbarkeit ist bedingt durch unterschiedliche Einschlusskriterien, Studiendesigns, Suchzeiträume und Interventionsdefinitionen. Die Vorteile der Frühmobilisation überwiegen die Nachteile bei Weitem. Ein relevanter Aspekt ist, dass die meisten Studien nur Patient:innen berücksichtigen, die vor der Aufnahme auf die Intensivstation funktionell unabhängig waren. Es geht daraus die Empfehlung hervor, die (Früh-)Mobilisation bei allen funktionell unabhängig intensivmedizinischen Patient:innen ohne Kontraindikation durchzuführen.

Wissenschaftliche Untersuchungen zum Thema (Früh-)Mobilisation bei Patient:innen, welche bereits vor Aufnahme funktionell abhängig waren, fehlen. Es können daher nur Ergebnisse aus Studien herangezogen werden, welche diese Population nicht spezifisch ausgeschlossen haben. In diesen Studien zeigen sich durch (Früh-)Mobilisation eine Verkürzung der Verweildauer, eine Verbesserung der Lebensqualität, eine höhere Weaning-Rate, eine geringere Sterblichkeit und eine verbesserte funktionelle Unabhängigkeit [88–91]. Verstärkt werden diese Beobachtungen in der Untersuchung von Goldfarb et al., welche gezeigt hat, dass Gebrechlichkeit keinen Einfluss auf die Veränderung der Funktionalität im perioperativen Kontext hat und daher auch der Vorteil durch die (Früh-)Mobilisation davon gegebenfalls nicht beeinträchtigt sein sollte [92]. Wir schlagen daher vor, die (Früh-)Mobilisation auch bei vorher nicht funktionell unabhängigen Patient:innen ohne Kontraindikation durchzuführen.

Die Sorge vor Komplikationen im Rahmen der (Früh-)Mobilisation von Patient:innen mit Nierenersatztherapie – insbesondere die Dislokation der großlumigen Katheter – ist eine relevante Barriere. In mehreren Untersuchungen konnte allerdings gezeigt werden, dass die Mobilisation von Patient:innen mit Nierenersatztherapie sicher ist [93–97]. Aus diesem Grund sollte die (Früh-)Mobilisation

Tabelle 2

Behandlungsergebnisse von (Früh-)Mobilisation in Metaanalysen.

Systematisches Review	LoE	Outcomes													
		Mortalität		Physische Funktion	ICU-AW	Muskelstärke*	Handkraft	Lebensqualität	Delir	Sicherheit	Beatmungsdauer	ITS-Dauer	KH-Dauer	Entlassung nach Hause	Andere
		ITS	KH												
Klem et al. [77]	1	n/a	○	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	+	+	+	○	n/a	n/a
Worraphan et al. [78]	1	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	+	n/a	n/a	n/a	○ ⁸
Wang et al. [79]	1	○	○	+ ²	+	+	○	n/a	○	n/a	+	+	+	n/a	+ ⁹⁻¹¹
Waldauf et al. [80]	1	○	n/a	○ ¹	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	+	+	○	n/a	n/a
Anekwe et al. [81]	1	○		n/a	+	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	+	n/a
Okada et al. [82]	1	n/a	○	+ ¹	n/a	+	○	○ ^{5,6}	n/a	n/a	n/a	○	+	n/a	n/a
Zhang et al. [83]	1	n/a	n/a	n/a	+	n/a	○	n/a	n/a	n/a	○/+ ⁷	n/a	n/a	+	○ ⁴
Zang et al. [84]	1	○	n/a	+ ²	+	+	○	n/a	n/a	n/a	○ ⁷	+	+	n/a	+ ⁹⁻¹¹
Fuke et al. [85]	2	n/a	n/a	n/a	+	+	n/a	○ ⁵	○	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Tipping et al. [86]	1	n/a	○	n/a	n/a	+	n/a	○ ⁶	n/a	n/a	n/a	○	n/a	n/a	+ ^{12,13}
Wang et al. [87]	1	○		+ ^{2,3}	n/a	○	n/a	○ ⁶	n/a	n/a	○/+ ¹⁴	+	+	n/a	n/a

+ Positiver Effekt; ○ Kein Effekt; - Negativer Effekt

* gemessen mittels MRC-Score.

1: SF-36 Körperlicher Summenscore (PCS), 2: Barthel-Index, 3: Functional Independence Measure 4: Quadricepsstärke, 5: EQ-5D-Score, 6: SF-36, 7: beatmungsfreie Tage, 8: Weaning-Dauer, 9: beatmungsassoziierte Pneumonie, 10: tiefe Venenthrombose, 11: Druckulzera, 12: Wahrscheinlichkeit, bei Entlassung nach Hause unabhängig gehend zu sein, 13: Tage am Leben und außerhalb des Krankenhauses an Tag 180, 14: positiver Effekt von niedrig dosierter Rehabilitation in der Kontrollgruppe (!) sowie für funktionelle Intervention. Kein Effekt für hochdosierte physische Rehabilitation in der Kontrollgruppe bzw. nichtfunktionelle Interventionen.

ITS: Intensivstation; KH: Krankenhaus; LoE: Level of Evidence; ICU-AW: Intensive Care Unit Acquired Weakness; MRC: Medical Research Council.

Mobilisation nach Absprache im interprofessionellen Team und bei fehlenden Kontraindikationen durchgeführt werden.

In verschiedenen Vorher-Nachher-Studien, Beobachtungsstudien, retrospektiven Analysen und nichtkontrollierten Interventionsstudien konnten vorteilhafte Effekte der (Früh-)Mobilisation in Patient:innen mit Subarachnoidalblutung oder externer Ventrikeldrainage gezeigt werden. Eine Verkürzung der Verweildauer, eine Senkung der Beatmungsdauer, eine Verbesserung der Funktionalität und eine Senkung der Rate an apparenten Vasospasmen konnten mit (Früh-)Mobilisation in Verbindung ge-

bracht werden [98–102]. Parallel dazu zeigt sich, dass in dieser Kohorte die (Früh-)Mobilisation insgesamt möglich ist, aber auch ein Risiko für intrakranielle Druckerhöhungen und Dislokationen von externen Ventrikeldrainagen birgt [100,103,104]. Die (Früh-)Mobilisation in dieser Patient:innenkohorte kann daher nach individueller Risiko-Nutzen-Abwägung erwogen werden.

ECMO-Therapie erhalten Patient:innen in hochspezialisierten Intensivstationen bei einer außergewöhnlichen Krankheitsschwere, sodass in diesen Situationen auch oft relevante Barrieren für die (Früh-)Mobilisation vorhanden sind. In verschiedenen Untersuchungen konnte

gezeigt werden, dass es etwas häufiger zu Zwischenfällen (Sättigungsabfällen, Hypotensionen, Tachykardien) kommt. Die Dislokation einer ECMO-Kanüle war trotzdem eine Rarität [105–109]. In der ersten prospektiven, randomisierten kontrollierten Studie zur Frühmobilisation unter ECMO-Therapie gab es keinen Unterschied hinsichtlich der Zwischenfälle und in einer Sekundäranalyse zu den physiologischen Parametern zeigten sich ebenfalls keine Unterschiede. Allerdings konnte gezeigt werden, dass Patient:innen in der Interventionsgruppe früher in den Stand mobilisiert werden konnten [110,111]. Aufgrund des erwartbaren Vorteils der (Früh-)Mobilisation wird sie bei Patient:innen mit

Guidelines and Recommendations

Special Articles

ECMO nach einer interprofessionellen Evaluation empfohlen.

Der Behandlungsvorteil durch (Früh-)Mobilisation wurde bereits umfangreich erläutert. Eine Immobilisation hat weitreichende Konsequenzen für die Patient:innen aufgrund von Muskelatrophie, Muskelschwäche und Veränderungen im Muskelmetabolismus. Daher sollte eine Immobilisation immer explizit angeordnet werden.

Die aktive (Früh-)Mobilisation ist eine Belastung für die Muskeln, aber auch aufgrund des erhöhten Sauerstoffverbrauchs für das respiratorische und kardiovaskuläre System. Eine hinreichende Reserve ist daher die Voraussetzung für eine Mobilisation. Es gibt keine spezifischen Untersuchungen, weshalb die vorgeschlagenen Grenzwerte auf Expert:innenmeinung basieren und aus vorhandenen Studienprotokollen entnommen wurden (Tab. 3). Sie können als Leitfaden dienen, was eine individuelle Abwägung nicht ersetzen soll.

Die (Früh-)Mobilisation stellt eine hochdynamische Phase dar und eine kontinuierliche Überwachung sollte stets gegeben sein. Unerwünschte Ereignisse treten in 2,6–3,9 % der Fälle auf und schwere unerwünschte Ereignisse in 0,3–0,6 % der Fälle [123,124]. Die in der Empfehlung aufgeführten Kriterien können als Leitfaden zur Unterbrechung der Mobilisationseinheit dienen. Nichtsdestotrotz sollten umgehend therapeutische Maßnahmen eingeleitet werden, welche eine Mobilisation wieder erlauben [125].

Die Implementierung der (Früh-)Mobilisation in den klinischen Alltag ist ein komplexes Unterfangen und nur 48 % führen sie laut einer Befragung aus dem Jahr 2016 durch [74]. Schujmann et al., Hodgson et al. und Schaller et al. konnte zeigen, dass die Einführung eines Mobilisationsprotokolls die Mobilisationspraxis signifikant verbessert. Zusätzlich haben sich auch relevante Outcomevorteile zur Funktionalität und Liegedauer gezeigt [67,126,127]. Aus diesem Grund sollte für die Durchführung der (Früh-)Mobilisation ein protokollbasiertes Vorgehen gewählt werden.

Jedes (Früh-)Mobilisationsprotokoll sollte individualisierte Sicherheitskriterien enthalten, wie sie zum Beispiel im Rahmen der Empfehlung zum Abbruch der (Früh-)Mobilisation beziehungsweise zu den Kontraindikationen präsentiert wurden.

Die Vorbereitung einer Mobilisationseinheit umfasst vier Aspekte: Patient:in, Therapiemaßnahmen, Mobilisationsequipment und Sicherheitsmaßnahmen. Die Vorbereitung der Patient:innen umfasst die Reduktion der Sedierung und die gemeinsame Planung, sofern nötig und möglich. Die Vorbereitung der Therapiemaßnahmen umfasst die Verlängerung aller festen Verbindungen der Patient:innen (Perfusoren, Beatmung etc.) sowie die Bereitstellung von mobilen Therapiegeräten oder Pausierung der Therapiemaßnahmen inklusive möglicher Diskonnektion (z. B. Dialyse). Die Vorbereitung des Mobilisationsequipments umfasst z. B. die Anpassung eines Gehwagens oder die Einstellung des Bettfahrrads. Die Vorbereitung der Sicherheitsmaßnahmen umfasst die kontinuierliche Überwachung über einen Transportmonitor sowie etwaige Rückfallebenen, zum Beispiel ein Rollstuhl für Pausen beim Gehen auf Stationsebene. Es sind hier nur beispielhaft einige Dinge benannt und es muss jede:r Patient:in individuell evaluiert und vorbereitet werden.

Es gibt eine Vielzahl von verschiedenen publizierten (Früh-)Mobilisationsprotokollen. Die meisten beinhalten einen „bottom-up“-Ansatz unter Berücksichtigung des klinischen Zustands der Patient:innen und mit der Durchführung von passiver, assistierter und aktiver Mobilisation [67,128–131]. Dem gegenüber steht ein auf dem IMS (ICU Mobility Scale) basierendes Protokoll mit einem „top-down“-Ansatz und einem Fokus auf primär aktive Mobilisation [126,132,133], der jedoch in der bisher größten Mobilisationsstudie (TEAM RCT) keinen Vorteil gezeigt hat [132]. Vor dem Hintergrund des positiven Effekts der passiven Mobilisation sowie des wissenschaftlich belegten Effekts der (Früh-)Mobilisationsprotokolle mit einem „bottom-up“-Ansatz werden diese empfohlen [67,128–131,132–135].

Mobilisationsstudien mit einem positiven Effekt auf das Behandlungsergebnis zeigen stets auch eine relevante Separation in der Mobilisationsdauer beziehungsweise -frequenz im Vergleich zur Kontrollgruppe [67]. Die Untersuchung von Scheffenbichler et al. ist die erste, welche sich gezielt mit der Mobilisationsdosis (Level x Zeit) beschäftigt. Es konnte hier gezeigt werden, dass eine höhere Dosis einen günstigen Effekt auf Entlassungszustand, Mortalität, Verweildauer und Funktionalität hat. Weitergehend konnte nachgewiesen werden, dass die Dauer unabhängig assoziierter ist mit dem Entlassungszustand [136]. Eine aktuelle Beobachtungsstudie zeigte zudem, dass eine Mobilisationsdauer von mehr als 40 Minuten die funktionellen Ergebnisse bei Entlassung aus der Intensivstation positiv beeinflusst [72]. Demgegenüber steht eine Untersuchung aus der Schlaganfallforschung, die einen nachteiligen Effekt der früheren und intensiveren Mobilisation zeigt [137]. Aufgrund dieser widersprüchlichen Ergebnisse ist es nicht möglich, eine konkrete Empfehlung zu geben, und diese ist vermutlich auch abhängig von vielen Faktoren, weshalb zukünftige Forschung in diesem Bereich notwendig ist.

In mehreren Arbeiten konnte unabhängig gezeigt werden, dass ein höheres maximales Mobilisationslevel während des Aufenthalts unabhängig mit einem besseren Gesundheitszustand nach Entlassung, einer besseren Muskelkraft und einer höheren Wahrscheinlichkeit der Entlassung in die Häuslichkeit assoziiert ist [136,138–140]. Allerdings gibt es auch erste Studien, die erste Anzeichen für potenzielle Überlastungen zeigen [132]. Es sollte daher eine schrittweise Mobilisierung auf die höchstmögliche Stufe durchgeführt werden.

Die moderne Intensivmedizin umfasst die Integration verschiedener therapeutischer Konzepte wie (Früh-)Mobilisation, Behandlung von Angst, Agitation, Delir und Schmerz sowie die tägliche Überprüfung der Spontanatmung. Alle diese Konzepte sind in separaten Leitlinien empfohlen und die Herausforderung ist es, diese synergistisch in den täglichen klinischen Alltag zu integrieren. Hierfür

Tabelle 3

Sicherheitskriterien zum Start einer Mobilisation.

Parameter	Grenzwertvorschläge der Leitlinienmitglieder	Grenzwerte in Studien	Referenz
Blutzucker (mg/dl)	> 50	> 50	Wahab et al. [112]
systolischer Blutdruck (mmHg)	70–180	< 200	Wahab et al. [112]
		< 180	Conceicao et al. [113]
		< 170	Aquim et al. [114]
		65–180	Sakai et al. [115]
		90–200	Yang et al. [116]
mittlerer arterieller Blutdruck (mmHg)	60–115	< 110	Sakai et al. [115]
		65–110	Yang et al. [116]
		60–110	Sommers et al. [117]
		60–115	Fraser et al. [118]
		> 60	McWilliams et al. [119]
		> 55	Wahab et al. [112]
		55–140	AHRQ Safety Program [120]
Herzfrequenz (min ⁻¹)	40–120	40–130	Yang et al. [116], Sakai et al. [115], Conceicao et al. [113], Wahab et al. [112], Sommers et al. [117]
		< 120	Hodgson et al. [121]
		50–120	Fraser et al. [118]
		≤ 150 und Fehlen einer aktuellen Bradyarrhythmie, die eine pharmakologische Unterstützung erfordert	Presneill et al. [122]
Katecholamine	≤ 0,2 µg/kg/min Noradrenalin oder Äquivalent	< 0,1 µg/kg/min Noradrenalin oder Adrenalin < 10 µg/kg/min Dopamin	Sommers et al. [117]
		< 0,2 µg/kg/min Noradrenalin oder Äquivalent	McWilliams et al. [119]
		≤ 0,2 µg/kg/min oder wenn die Noradrenalin-/Adrenalin-Infusionsrate in den letzten 6 h um mehr als 25 % gestiegen ist, dann < 0,1 µg/kg/min	Presneill et al. [122]
Sauerstoffsättigung (%)	≥ 88	> 90	Aquim et al. [114], Hodgson et al. [121], Sommers et al. [117]
		≥ 88	Yang et al. [116], Sakai et al. [115], Wahab et al. [112], AHRQ Safety Program [120]
		≥ 86	Fraser et al. [118]
PEEP (cmH ₂ O)	≤ 12 (außer bei Adipositas)	≤ 12	Fraser et al. [118], McWilliams et al. [119]
		≤ 10	Hodgson et al. [121], Yang et al. [116], AHRQ Safety Program [120], Sommers et al. [117]
		≤ 10 für höheres Mobilitätslevel als Sitzen an der Bettkante	McWilliams et al. [119]
		≤ 16	Presneill et al. [122]
FiO ₂	≤ 0.6	< 60	McWilliams et al. [119], AHRQ Safety Program [120], Sommers et al. [117]
		≤ 0,6	Presneill et al. [122]
Atemfrequenz (min ⁻¹)	5–40	5–40	Yang et al. [116], Sakai et al. [115], Fraser et al. [118], Wahab et al. [112]
		< 35	AHRQ Safety Program [120]
		≤ 40	Sommers et al. [117]
		≤ 45	Presneill et al. [122]
Laktat	-	≤ 4,0 mmol/l	Presneill et al. [122]
Herzindex	-	≥ 2,0 l/min/m ²	Presneill et al. [122]
Temperatur	36,0 °C – 38,5 °C	36,0 °C – 38,5 °C	Sommers et al. [117]

wurden Bundles wie das ABCDEF-Bundle entwickelt, welches sich nachweislich positiv auf das Behandlungsergebnis auswirkt. Insbesondere wurde ein direkter Zusammenhang zwischen der Adhärenz und der Wahrscheinlichkeit der Entlassung von der Intensivstation und aus dem Krankenhaus gezeigt [141]. Weitere Arbeiten zeigen ebenfalls, dass die Kombination der einzelnen Aspekte einen stärkeren Effekt hat als die isolierte Anwendung [142]. Die Leitlinie empfiehlt daher, die (Früh-)Mobilisation in ein Maßnahmenbündel, wie das ABCDEF-Bundle, zu integrieren.

In das systematische Review mit Metaanalyse von Lee et al. konnten 19 Studien zum Thema hohe Proteinzufuhr auf der Intensivstation eingeschlossen werden. Es konnte kein Effekt auf das Behandlungsergebnis gezeigt werden, lediglich eine Reduktion der Muskelatrophie [143]. Es gibt erste Studien zu erhöhter Proteinzufuhr auf der Intensivstation, wie die von de Azevedo et al., welche einen Effekt auf das Behandlungsergebnis, in diesem Fall die Mortalität, haben [144]. Allerdings sind die Ergebnisse nicht reproduzierbar, weshalb aktuell keine Empfehlung zu der Kombination von erhöhter Proteinzufuhr und (Früh-)Mobilisation abgegeben werden kann.

Es gibt keine Untersuchungen zur Einbindung von Angehörigen/Zugehörigen in die (Früh-)Mobilisation, daher ist eine Empfehlung nicht möglich. Aufgrund der großen Belastung, die aber Angehörige/Zugehörige erfahren, sollten die Einbindung und deren Effekt zukünftig evaluiert werden.

Hilfsmittel

Hat die Ergänzung von Frühmobilisation durch ein Bettfahrrad einen positiven Effekt?

Wir können derzeit keine Empfehlung für den Einsatz eines Bettfahrrades in Ergänzung zu einer (Früh-)Mobilisation abgeben.

Empfehlungsgrad: [-]; Evidenzgrad: 2

Kann die Verwendung des Bettfahrrads im Rahmen von Mobilisation erwogen werden?

Wir schlagen vor, im Rahmen der Frühmobilisation die Anwendung eines Bettfahrrads nur zu erwägen, wenn ein funktionelles Training nicht ausreichend möglich ist.

Empfehlungsgrad: schwach; Evidenzgrad: 1

- **Ist die Verwendung des Bettfahrrads sicher?**
- **Gibt es Patient:innen, bei denen die Verwendung des Bettfahrrads kontraindiziert ist?**

Wir empfehlen bei Verwendung eines Bettfahrrads, den intrakraniellen Druck bei Patient:innen mit einem Risiko für intrakranielle Druckerhöhungen zu überwachen.

Empfehlungsgrad: schwach; Evidenzgrad: 2

- **Hat die Verwendung von Robotik zusätzlich zu (Früh-)Mobilisation einen positiven Effekt?**
- **Ist der Einsatz von Laufbändern mit Körpergewichtsunterstützung sinnvoll?**

Wir können derzeit keine Empfehlung für oder gegen die Anwendung von anderen Hilfsmitteln (z. B. Kippische, Laufbänder mit Körpergewichtsunterstützung) oder Robotiksystemen abgeben.

Empfehlungsgrad: [-]; Evidenzgrad: 5 (Expert:innenempfehlung)

Die vorliegende wissenschaftliche Evidenz bezüglich Hilfsmitteln weist eine große Heterogenität hinsichtlich der Outcomeparameter, Interventionen sowie auch Patient:innen auf. Es konnte in den durchgeführten Studien trotzdem kein konsistenter Effekt auf Funktionalität, Lebensqualität, Muskelkraft, Muskelmasse, Beatmungsdauer oder Verweildauer gefunden werden [80,145–156]. Die Verwendung des Bettfahrrads in Ergänzung zu (Früh-)Mobilisation kann entsprechend aktuell nicht empfohlen werden; d. h. ähnlich dem TEAM RCT [132] zeigte eine höhere Dosis an Mobilisierung (durch Bettfahrrad) keinen Effekt [159]. Allerdings kann die Anwendung in Erwägung gezogen werden, sofern kein ausreichendes funktionelles Training möglich ist.

Das Bettfahrrad ist insgesamt eine sichere Intervention auf der Intensivstation, sofern Kontraindikationen beachtet werden [146,149,153,157]. In einer randomisierten kontrollierten Studie zur funktionellen Elektrostimulation (Kombination von neuromuskulärer Elektrostimulation und einem Bettfahrrad) zeigte sich vermehrt eine Erhöhung des intrakraniellen Drucks in Patient:innen mit einer entsprechenden Messung. Es sollte daher die kontinuierliche Überwachung des intrakraniellen Drucks bei Patient:innen mit einem Risiko für Erhöhung im Rahmen der Anwendung eines Bettfahrrads erfolgen [147].

Es ist aktuell nicht möglich, eine Empfehlung zu Robotik im Rahmen der (Früh-)Mobilisation basierend auf wissenschaftlicher Evidenz abzugeben, weshalb eine entsprechende Evaluation erfolgen sollte.

Neuromuskuläre Elektrostimulation

Sollte Neuromuskuläre Elektrostimulation im Rahmen der Frühmobilisation von Intensivpatient:innen durchgeführt werden?

Wir schlagen vor, neuromuskuläre Elektrostimulation (NMES) im Rahmen der Frühmobilisation von Intensivpatient:innen zu erwägen.

Empfehlungsgrad: schwach; Evidenzgrad: 1

Ist neuromuskuläre Elektrostimulation bei Intensivpatient:innen sicher?

Wir empfehlen bei der Anwendung neuromuskulärer Elektrostimulation (NMES), den intrakraniellen Druck bei Patient:innen mit einem Risiko für intrakranielle Druckerhöhungen zu überwachen.

Empfehlungsgrad: stark; Evidenzgrad: 2

Es liegen eine Vielzahl an Studien sowie Metaanalysen zu neuromuskulärer Elektrostimulation vor. Es zeigen sich dabei sowohl in den Primärarbeiten als auch den systematischen Reviews mit

Special Articles

Metaanalyse inkonsistente positive Effekte hinsichtlich Muskelmasse, Muskelkraft, Beatmungsdauer und Krankenhausverweildauer. So konnten Gutiérrez-Arias et al. zeigen, dass die neuromuskuläre Elektrostimulation die Anzahl an Beatmungstagen signifikant reduzieren konnte (MD -2,68 Tage; 95 %-KI -4,35 bis -1,02) [158]. Die unterschiedlichen Effekte sind wahrscheinlich auf das Design der systematischen Reviews zurückzuführen, insbesondere auf die Einschlusskriterien und die untersuchten Zeiträume. Zudem tragen die vielfältigen Outcome-Parameter in den Primärstudien sowie die geringen Fallzahlen in den darauf basierenden Metaanalysen zu einer hohen Heterogenität bei [80, 81, 145, 158–164]. Es zeigt sich allerdings, dass die Intervention insgesamt sicher ist, weshalb sie aufgrund des potenziell vorteilhaften Effekts zu erwägen ist.

Die neuromuskuläre Elektrostimulation ist insgesamt eine sichere Intervention [158, 165]. Limitierend ist zu erwähnen, dass in einer randomisierten kontrollierten Studie zu Physiotherapie und funktioneller Elektrostimulation die Interventionsgruppe eine deutlich höhere Rate an Episoden mit erhöhtem intrakraniellen Druck aufgewiesen hat. Parallel dazu zeigte sich ebenfalls in der Interventionsgruppe eine schlechtere gesundheitsbezogene Lebensqualität bezogen auf die Kognition. Es muss erwähnt werden, dass keine der Episoden mit erhöhtem intrakraniellen Druck während der Intervention aufgetreten ist [147]. Diese Beobachtung führt zu der Empfehlung, im Rahmen der neuromuskulären Elektrostimulation den intrakraniellen Druck zu überwachen, sofern ein Risiko für eine Erhöhung vorliegt.

Interessenkonflikt

SJS erhielt Forschungsförderung und nicht-finanzielle Unterstützung von Reactive Robotics GmbH (München, Deutschland), ASP GmbH (Attendorn, Deutschland), STIMIT AG (Biel, Schweiz) und ESICM (Genf, Schweiz) sowie Fördermittel, Honorare und nicht-finanzielle Unterstützung von Fresenius Kabi

Guidelines and Recommendations

Deutschland GmbH (Bad Homburg, Deutschland). Zudem erhielt er Fördermittel vom Innovationsfonds des Gemeinsamen Bundesausschusses (G-BA), Honorare von Springer Verlag GmbH (Wien, Österreich) für Bildungszwecke sowie von Advanz Pharma GmbH (Bielefeld, Deutschland) und nicht-finanzielle Unterstützung von nationalen und internationalen Fachgesellschaften (und deren Kongressveranstaltern) im Bereich Anästhesiologie und Intensivmedizin, alles außerhalb der eingereichten Arbeit. Dr. Schaller besitzt in geringem Umfang Aktien von Alphabet Inc., Bayer AG und Siemens AG; diese Beteiligungen hatten jedoch keinen Einfluss auf seine Forschungsarbeit oder diese Leitlinie.

MB erhielt Forschungsförderung von MIPM (Mammendorf, Deutschland) und GE Healthcare (Helsinki, Finnland), Beratungsgebühren von Senzime (Uppsala, Schweden) sowie Vortragshonorare von GE Healthcare (Helsinki, Finnland) und Grünenthal (Aachen, Deutschland), alles außerhalb der eingereichten Arbeit. Zudem nahm MB an einem DSMB von GE Healthcare (Helsinki, Finnland) teil.

UH erhielt Vortragshonorare von Pfizer, außerhalb der eingereichten Arbeit. CH erhielt Vortragshonorare von Baxter, Arjo und TapMed sowie nicht-finanzielle Unterstützung von nationalen und internationalen Fachgesellschaften (und deren Kongressveranstaltern) im Bereich Anästhesiologie, Intensivmedizin und Pflege, außerhalb der eingereichten Arbeit.

AK erhielt Vortragshonorare und nicht-finanzielle Unterstützung von BBraun und Avanos sowie nicht-finanzielle Unterstützung von nationalen Fachgesellschaften (und deren Kongressveranstaltern) im Bereich Anästhesiologie, Intensivmedizin und Pflege, außerhalb der eingereichten Arbeit. HL erhielt Vortragshonorare von Xavant Technology (Pty) Ltd, außerhalb der eingereichten Arbeit.

TS erhielt Vortragshonorare von Mitsubishi Pharma, Geringe und Xenios, außerhalb der eingereichten Arbeit. RU erhielt Forschungsförderung von APEPTICO GmbH, Bayer AG, Philips und Biotest, Vortragshonorare von Biotest und medizinischen Fachgesellschaften,

hält ein Patent (WO2017064285 A-Membrankatheter), nahm an einem DSMB von F4 Pharma GmbH und CCORE Technologies GmbH teil und hat eine leitende Funktion bei CCORE Technologies GmbH, alles außerhalb der eingereichten Arbeit.

SW erhielt Forschungsförderung von Dräger GmbH, außerhalb der eingereichten Arbeit. HW erhielt Forschungsförderung und Beratungsgebühren von Liberate Medical sowie Vortragshonorare von Arjo. Alle übrigen Autoren erklären keine Interessenkonflikte.

Literatur

1. De Jonghe B, Sharshar T, Lefaucheur JP, Authier FJ, Durand-Zaleski I, Boussarsar M, et al: Paresis acquired in the intensive care unit: a prospective multicenter study. *JAMA* 2002;288:2859–2867
2. Puthuchear ZA, Rawal J, McPhail M, Connolly B, Ratnayake G, Chan P, et al: Acute skeletal muscle wasting in critical illness. *JAMA* 2013;310:1591–1600
3. Weber-Carstens S, Schneider J, Wollersheim T, Assmann A, Bierbrauer J, Marg A, et al: Critical illness myopathy and GLUT4: significance of insulin and muscle contraction. *Am J Respir Crit Care Med* 2013;187:387–396
4. Hermans G, Van Mechelen H, Clerckx B, Vanhullebusch T, Mesotten D, Wilmer A, et al: Acute outcomes and 1-year mortality of intensive care unit-acquired weakness. A cohort study and propensity-matched analysis. *Am J Respir Crit Care Med* 2014;190:410–420
5. Van Aerde N, Meersseman P, Debaveye Y, Wilmer A, Gunst J, Casaer MP, et al: Five-year impact of ICU-acquired neuromuscular complications: a prospective, observational study. *Intensive Care Med* 2020;46:1184–1193
6. Guérin C, Reignier J, Richard JC, Beuret P, Gacouin A, Boulain T, et al: Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2013;368:2159–2168
7. Kumpf O, Assenheimer M, Bloos F, Brauchle M, Braun JP, Brinkmann A et al: Intensivmedizinische Qualitätsindikatoren für Deutschland. *Anästhesiologie* 2023;64:333–354
8. Bein T, Bischoff M, Brückner U, Gebhardt K, Henzler D, Hermes C, et

Guidelines and Recommendations

Special Articles

- 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
9. TEAM Study Investigators and the ANZICS Clinical Trials Group, Hodgson CL, Bailey M, Bellomo R, Brickell K, Broadley T, et al: Early Active Mobilization during Mechanical Ventilation in the ICU. *N Engl J Med* 2022;387:1747–1758
 10. Balslem H, Helfand M, Schünemann HJ, Oxman AD, Kunz R, Brozek J, et al. GRADE guidelines: 3. Rating the quality of evidence. *J Clin Epidemiol* 2011;64:401–406
 11. Zhuo X, Pan L, Zeng X: The effects of the 45° semi-recumbent position on the clinical outcomes of mechanically ventilated patients: a systematic review and meta-analysis study. *Ann Palliat Med* 2021;10:10643–10651
 12. Wang L, Li X, Yang Z, Tang X, Yuan Q, Deng L, et al. Semi-recumbent position versus supine position for the prevention of ventilator-associated pneumonia in adults requiring mechanical ventilation. *Cochrane Database Syst Rev* 2016;2016(1):CD009946
 13. Pozuelo-Carrascosa DP, Cobo-Cuenca AI, Carmona-Torres JM, Laredo-Aguilera JA, Santacruz-Salas E, Fernandez-Rodriguez R: Body position for preventing ventilator-associated pneumonia for critically ill patients: a systematic review and network meta-analysis. *J Intensive Care* 2022;10:9
 14. Safdar N, Dezfulian C, Collard HR, Saint S: Clinical and economic consequences of ventilator-associated pneumonia: a systematic review. *Crit Care Med* 2005;33:2184–2193
 15. Warren DK, Shukla SJ, Olsen MA, Kollef MH, Hollenbeak CS, Cox MJ, et al: Outcome and attributable cost of ventilator-associated pneumonia among intensive care unit patients in a suburban medical center. *Crit Care Med* 2003;31:1312–1317
 16. Huttner H: S1-Leitlinie Intrakranieller Druck (ICP). Kommission Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Neurologie 2023. Registernr.: 303/105. <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/030-105> (Zugriffsdatum: 06.11.2024)
 17. Vasquez DG, Berg-Copas GM, Wetta-Hall R: Influence of semi-recumbent position on intra-abdominal pressure as measured by bladder pressure. *J Surg Res* 2007;139:280–285
 18. McBeth PB, Zygun DA, Widder S, Cheatham M, Zengerink I, Glowka J, et al: Effect of patient positioning on intra-abdominal pressure monitoring. *Am J Surg* 2007;193:644–647
 19. Cheatham ML, De Waele JJ, De Laet I, De Keulenaer B, Widder S, Kirkpatrick AW, et al: The impact of body position on intra-abdominal pressure measurement: a multicenter analysis. *Crit Care Med* 2009;37:2187–2190
 20. Samimian S, Ashrafi S, Khaleghdoost Mohammadi T, Yeganeh MR, Ashraf A, Hakimi H, et al: The Correlation between Head of Bed Angle and Intra-Abdominal Pressure of Intubated Patients; a Pre-Post Clinical Trial. *Arch Acad Emerg Med* 2021;9:e23
 21. Li Bassi G, Panigada M, Ranzani OT, Zanella A, Berra L, Cressoni M, et al: Randomized, multicenter trial of lateral Trendelenburg versus semirecumbent body position for the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Intensive Care Med* 2017;43:1572–1584
 22. Hewitt N, Bucknall T, Faraone NM: Lateral positioning for critically ill adult patients. *Cochrane Database Syst Rev* 2016;2016:CD007205
 23. Staudinger T, Bojic A, Holzinger U, Meyer B, Rohwer M, Mallner F, et al: Continuous lateral rotation therapy to prevent ventilator-associated pneumonia. *Crit Care Med* 2010;38:486–490
 24. Schieren M, Piekarski F, Dusse F, Marcus H, Poels M, Wappler F, et al: Continuous lateral rotational therapy in trauma-A systematic review and meta-analysis. *J Trauma Acute Care Surg* 2017;83:926–933
 25. Delaney A, Gray H, Laupland KB, Zuege DJ: Kinetic bed therapy to prevent nosocomial pneumonia in mechanically ventilated patients: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 2006;10:R70
 26. Hanneman SK, Gusick GM, Hamlin SK, Wachtel SJ, Cron SG, Jones DJ, et al: Manual vs automated lateral rotation to reduce preventable pulmonary complications in ventilator patients. *Am J Crit Care*. 2015;24:24–32
 27. Schieren M, Wappler F, Klodt D, Sakka SG, Lefering R, Jäcker V, et al: Continuous lateral rotational therapy in thoracic trauma--A matched pair analysis. *Injury* 2020;51:51–58
 28. Moran JL, Graham PL: Multivariate Meta-Analysis of the Mortality Effect of Prone Positioning in the Acute Respiratory Distress Syndrome. *J Intensive Care Med* 2021;36:1323–1330
 29. Mora-Arteaga JA, Bernal-Ramírez OJ, Rodríguez SJ: The effects of prone position ventilation in patients with acute respiratory distress syndrome. A systematic review and metaanalysis. *Med Intensiva* 2015;39:359–372
 30. Bloomfield R, Noble D, Sudlow A: Prone position for acute respiratory failure in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2015;2015:CD008095
 31. Jozwiak M, Teboul JL, Anguel N, Persichini R, Silva S, Chemla D, et al: Beneficial hemodynamic effects of prone positioning in patients with acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 2013;188:1428–1433
 32. Ruste M, Bitker L, Yonis H, Riad Z, Louf-Durier A, Lissonde F, et al: Hemodynamic effects of extended prone position sessions in ARDS. *Ann Intensive Care* 2018;8:120
 33. Vieillard-Baron A, Charron C, Caille V, Belliard G, Page B, Jardin F: Prone positioning unloads the right ventricle in severe ARDS. *Chest* 2007;132:1440–1446
 34. Hering R, Vorwerk R, Wrigge H, Zinserling J, Schröder S, von Spiegel T, et al: Prone positioning, systemic hemodynamics, hepatic indocyanine green kinetics, and gastric intramucosal energy balance in patients with acute lung injury. *Intensive Care Med* 2002;28:53–58
 35. Hering R, Wrigge H, Vorwerk R, Brensing KA, Schröder S, Zinserling J, et al: The effects of prone positioning on intraabdominal pressure and cardiovascular and renal function in patients with acute lung injury. *Anesth Analg* 2001;92:1226–1231
 36. Gaudry S, Tuffet S, Lukasiewicz AC, Laplace C, Zucman N, Pocard M, et al: Prone positioning in acute respiratory distress syndrome after abdominal surgery: a multicenter retrospective study. *Ann Intensive Care* 2017;7:21
 37. Weig T, Janitza S, Zoller M, Dolch ME, Miller J, Frey L, et al: Influence of abdominal obesity on multiorgan dysfunction and mortality in acute respiratory distress syndrome patients treated with prone positioning. *J Crit Care* 2014;29:557–561
 38. De Jong A, Molinari N, Sebbane M, Prades A, Futier E, Jung B, et al: Feasibility and effectiveness of prone position in morbidly obese patients

Special Articles

Guidelines and Recommendations

- with ARDS: a case-control clinical study. *Chest*. 2013;143:1554–1561
39. Beuret P, Carton MJ, Nourdine K, Kaaki M, Tramoni G, Ducreux JC: Prone position as prevention of lung injury in comatose patients: a prospective, randomized, controlled study. *Intensive Care Med* 2002;28:564–569
 40. Roth C, Ferbert A, Deinsberger W, Kleffmann J, Kästner S, Godau J, et al: Does prone positioning increase intracranial pressure? A retrospective analysis of patients with acute brain injury and acute respiratory failure. *Neurocrit Care* 2014;21:186–191
 41. Nekludov M, Bellander BM, Mure M: Oxygenation and cerebral perfusion pressure improved in the prone position. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2006;50:932–936
 42. Reinprecht A, Greher M, Wolfsberger S, Dietrich W, Illievich UM, Gruber A: Prone position in subarachnoid hemorrhage patients with acute respiratory distress syndrome: effects on cerebral tissue oxygenation and intracranial pressure. *Crit Care Med* 2003;31:1831–1838
 43. Bein T, Sabel K, Scherer A, Papp-Jambor C, Hekler M, Dubb R, et al: [Comparison of incomplete (135 degrees) and complete prone position (180 degrees) in patients with acute respiratory distress syndrome. Results of a prospective, randomised trial]. *Anaesthesist* 2004;53:1054–1060
 44. Cao Z, Yang Z, Liang Z, Cen Q, Zhang Z, Liang H, et al: Prone versus Supine Position Ventilation in Adult Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Emerg Med Int* 2020;2020:1–9
 45. Sud S, Friedrich JO, Adhikari NK, Taccone P, Mancebo J, Polli F, et al: Effect of prone positioning during mechanical ventilation on mortality among patients with acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis. *CMAJ* 2014;186:E381–E390
 46. Girard R, Baboi L, Ayzac L, Richard JC, Guérin C: The impact of patient positioning on pressure ulcers in patients with severe ARDS: results from a multicentre randomised controlled trial on prone positioning. *Intensive Care Med* 2014;40:397–403
 47. Patton D, Latimer S, Avsar P, Walker RM, Moore Z, Gillespie BM, et al: The effect of prone positioning on pressure injury incidence in adult intensive care unit patients: A meta-review of systematic reviews. *Aust Crit Care* 2022;35:714–722
 48. González-Seguel F, Pinto-Concha JJ, Aranis N, Leppe J: Adverse Events of Prone Positioning in Mechanically Ventilated Adults With ARDS. *Respir Care*. 2021;66:1898–1911
 49. Elmer N, Reißhauer A, Brehm K, Vockeroth C, Liebl ME: Long-term complications of prone position ventilation with relevance for acute and postacute rehabilitation: a systematic review of the literature. *Eur J Phys Rehabil Med* 2023;59:111–121
 50. Binda F, Galazzi A, Marelli F, Gambazza S, Villa L, Vinci E, et al: Complications of prone positioning in patients with COVID-19: A cross-sectional study. *Intensive Crit Care Nurs* 2021;67:103088
 51. Elmer N, Liebl ME, Brehm K, Schwedtke C, Drebingen D, Pille C et al: Folgeschäden durch Beatmung in Bauchlage bei COVID-19 und ihre Relevanz für die Frührehabilitation – eine retrospektive Kohortenstudie. *Phys Med Rehab Kuror* 2022;33:70–78
 52. Beran A, Mhanna M, Srouf O, Ayyesh H, Sajdeya O, Ghazaleh S, et al: Effect of Prone Positioning on Clinical Outcomes of Non-Intubated Subjects With COVID-19. *Respir Care* 2022;67:471–479
 53. Schmid B, Griesel M, Fischer AL, Romero CS, Metzendorf MI, Weibel S, et al: Awake Prone Positioning, High-Flow Nasal Oxygen and Non-Invasive Ventilation as Non-Invasive Respiratory Strategies in COVID-19 Acute Respiratory Failure: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med* 2022;11:391
 54. Li J, Luo J, Pavlov I, Perez Y, Tan W, Roca O, et al: Awake prone positioning for non-intubated patients with COVID-19-related acute hypoxaemic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Respir Med*. 2022;10:573–583
 55. Ehrmann S, Li J, Ibarra-Estrada M, Perez Y, Pavlov I, McNicholas B, et al: Awake prone positioning for COVID-19 acute hypoxaemic respiratory failure: a randomised, controlled, multinational, open-label meta-trial. *Lancet Respir Med* 2021;9:1387–1395
 56. Alhazzani W, Parhar KKS, Weatherald J, Al Duhailib Z, Alshahrani M, Al-Fares A, et al: Effect of Awake Prone Positioning on Endotracheal Intubation in Patients With COVID-19 and Acute Respiratory Failure: A Randomized Clinical Trial. *JAMA* 2022;327:2104–2113
 57. Ponnappa Reddy M, Subramaniam A, Afroz A, Billah B, Lim ZJ, Zubarev A, et al: Prone Positioning of Nonintubated Patients With Coronavirus Disease 2019-A Systematic Review and Meta-Analysis. *Crit Care Med* 2021;49:e1001–e1014
 58. Tan W, Xu DY, Xu MJ, Wang ZF, Dai B, Li LL, et al: The efficacy and tolerance of prone positioning in non-intubated patients with acute hypoxemic respiratory failure and ARDS: a meta-analysis. *Ther Adv Respir Dis* 2021;15:175346662110094
 59. Esperatti M, Busico M, Fuentes NA, Gallardo A, Osatnik J, Vitali A, et al: Impact of exposure time in awake prone positioning on clinical outcomes of patients with COVID-19-related acute respiratory failure treated with high-flow nasal oxygen: a multicenter cohort study. *Crit Care* 2022;26:16.
 60. Fazzini B, Page A, Pearce R, Puthuchery Z: Prone positioning for non-intubated spontaneously breathing patients with acute hypoxaemic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth* 2022;128:352–362
 61. Papazian L, Schmidt M, Hajage D, Combes A, Petit M, Lebreton G, et al: Effect of prone positioning on survival in adult patients receiving venovenous extracorporeal membrane oxygenation for acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med* 2022;48:270–280
 62. Poon WH, Ramanathan K, Ling RR, Yang IX, Tan CS, Schmidt M, et al: Prone positioning during venovenous extracorporeal membrane oxygenation for acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 2021;25:292
 63. Friedrich O, Reid MB, Van den Berghe G, Vanhorebeek I, Hermans G, Rich MM, et al: The Sick and the Weak: Neuropathies/Myopathies in the Critically Ill. *Physiol Rev* 2015;95:1025–1109
 64. Wollersheim T, Woehlecke J, Krebs M, Hamati J, Lodka D, Luther-Schroeder A, et al: Dynamics of myosin degradation in intensive care unit-acquired weakness during severe critical illness. *Intensive Care Med* 2014;40:528–538
 65. Fazzini B, Märkl T, Costas C, Blobner M, Schaller SJ, Prowle J, et al: The rate and assessment of muscle wasting

Guidelines and Recommendations

Special Articles

- during critical illness: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 2023;27:2
66. Ding N, Zhang Z, Zhang C, Yao L, Yang L, Jiang B, et al: What is the optimum time for initiation of early mobilization in mechanically ventilated patients? A network meta-analysis. *PLoS One* 2019;14:e0223151
67. Schaller SJ, Anstey M, Blobner M, Edrich T, Grabitz SD, Gradwohl-Matis I, et al: Early, goal-directed mobilisation in the surgical intensive care unit: a randomised controlled trial. *Lancet* 2016;388:1377–1388
68. Schweickert WD, Pohlman MC, Pohlman AS, Nigos C, Pawlik AJ, Esbrook CL, et al: Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. *Lancet* 2009;373:1874–1878
69. Wright SE, Thomas K, Watson G, Baker C, Bryant A, Chadwick TJ, et al: Intensive versus standard physical rehabilitation therapy in the critically ill (EPICC): a multicentre, parallel-group, randomised controlled trial. *Thorax* 2018;73:213–221
70. Moss M, Nordon-Craft A, Malone D, Van Pelt D, Frankel SK, Warner ML, et al: A Randomized Trial of an Intensive Physical Therapy Program for Patients with Acute Respiratory Failure. *Am J Respir Crit Care Med* 2016;193:1101–1110
71. Fuest KE, Ulm B, Daum N, Lindholz M, Lorenz M, Blobner K, et al: Clustering of critically ill patients using an individualized learning approach enables dose optimization of mobilization in the ICU. *Crit Care* 2023;27:1
72. Lorenz M, Fuest K, Ulm B, Grunow JJ, Warner L, Bald A, et al: The optimal dose of mobilisation therapy in the ICU: a prospective cohort study. *J Intensive Care* 2023;11:56
73. Daum N, Drewniok N, Bald A, Ulm B, Buyukli A, Grunow JJ, et al: Early mobilisation within 72 hours after admission of critically ill patients in the intensive care unit: A systematic review with network meta-analysis. *Intensive Crit Care Nurs* 2024;80:103573
74. Bakhru RN, McWilliams DJ, Wiebe DJ, Spuhler VJ, Schweickert WD: Intensive Care Unit Structure Variation and Implications for Early Mobilization Practices. An International Survey. *Ann Am Thorac Soc* 2016;13:1527–1537
75. Dubb R, Nydahl P, Hermes C, Schwabbauer N, Toonstra A, Parker AM, et al: Barriers and Strategies for Early Mobilization of Patients in Intensive Care Units. *Ann Am Thorac Soc* 2016;13:724–730
76. Nydahl P, Günther U, Diers A, Hesse S, Kerschesteiner C, Klarmann S, et al: PROtocol-based MOBilizaTION on intensive care units: stepped-wedge, cluster-randomized pilot study (Pro-Motion). *Nurs Crit Care* 2020;25:368–375
77. Klem HE, Tveiten TS, Beitland S, Malerød S, Kristoffersen DT, Dalsnes T, et al: Early activity in mechanically ventilated patients - a meta-analysis. *Tidsskr Nor Laegeforen* 2021;141
78. Worrappan S, Thammata A, Chittawatanarat K, Saokaew S, Kengkla K, Prasannarong M: Effects of Inspiratory Muscle Training and Early Mobilization on Weaning of Mechanical Ventilation: A Systematic Review and Network Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 2020;101:2002–2014
79. Wang J, Ren D, Liu Y, Wang Y, Zhang B, Xiao Q: Effects of early mobilization on the prognosis of critically ill patients: A systematic review and meta-analysis. *Int J Nurs Stud* 2020;110:103708
80. Waldauf P, Jiroutková K, Kraičová A, Puthuchery Z, Duška F: Effects of Rehabilitation Interventions on Clinical Outcomes in Critically Ill Patients: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Crit Care Med* 2020;48:1055–1065
81. Anekwe DE, Biswas S, Bussièrès A, Spahija J: Early rehabilitation reduces the likelihood of developing intensive care unit-acquired weakness: a systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy* 2020;107:1–10
82. Okada Y, Unoki T, Matsuishi Y, Egawa Y, Hayashida K, Inoue S: Early versus delayed mobilization for in-hospital mortality and health-related quality of life among critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *J Intensive Care*. 2019;7:57
83. Zhang L, Hu W, Cai Z, Liu J, Wu J, Deng Y, et al: Early mobilization of critically ill patients in the intensive care unit: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2019;14:e0223185
84. Zang K, Chen B, Wang M, Chen D, Hui L, Guo S, et al: The effect of early mobilization in critically ill patients: A meta-analysis. *Nurs Crit Care* 2020;25:360–367
85. Fuke R, Hifumi T, Kondo Y, Hatakeyama J, Takei T, Yamakawa K, et al: Early rehabilitation to prevent postintensive care syndrome in patients with critical illness: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open* 2018;8:e019998
86. Tipping CJ, Harrold M, Holland A, Romero L, Nisbet T, Hodgson CL: The effects of active mobilisation and rehabilitation in ICU on mortality and function: a systematic review. *Intensive Care Med* 2017;43:171–183
87. Wang YT, Lang JK, Haines KJ, Skinner EH, Haines TP: Physical Rehabilitation in the ICU: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Crit Care Med* 2022;50:375–388
88. Cui Z, Li N, Gao C, Fan Y, Zhuang X, Liu J, et al: Precision implementation of early ambulation in elderly patients undergoing off-pump coronary artery bypass graft surgery: a randomized-controlled clinical trial. *BMC Geriatr* 2020;20:404
89. Yagi M, Morita K, Matsui H, Michihata N, Fushimi K, Koyama T, et al: Outcomes After Intensive Rehabilitation for Mechanically Ventilated Patients: A Nationwide Retrospective Cohort Study. *Arch Phys Med Rehabil* 2021;102:280–289
90. Gatty A, Samuel SR, Alaparthy GK, Prabhu D, Upadya M, Krishnan S, et al: Effectiveness of structured early mobilization protocol on mobility status of patients in medical intensive care unit. *Physiother Theory Pract* 2022;38:1345–1357
91. Goldfarb M, Semsar-Kazerooni K, Morais JA, Dima D: Early Mobilization in Older Adults with Acute Cardiovascular Disease. *Age and Ageing* 2021;50:1166–1172
92. Goldfarb M, Afilalo J, Chan A, Herscovici R, Cercek B: Early mobility in frail and non-frail older adults admitted to the cardiovascular intensive care unit. *J Crit Care* 2018;47:9–14
93. Mayer KP, Joseph-Isang E, Robinson LE, Parry SM, Morris PE, Neyra JA: Safety and Feasibility of Physical Rehabilitation and Active Mobilization in Patients Requiring Continuous Renal Replacement Therapy: A Systematic Review. *Crit Care Med* 2020;48:e1112–e1120
94. Bento HA, Dummer D, Lohse BD, Noren C, Tonna JE: Walking While Dialyzing: A Retrospective Observation of Early Mobility and Ambulation for Patients on Continuous Renal Replacement Therapy. *Crit Care Explor* 2020;2:e0131

95. Ragland C, Ochoa L, Hartjes T: Early mobilisation in intensive care during renal replacement therapy: A quality improvement project. *Intensive Crit Care Nurs* 2019;52:22–27
96. Wang YT, Haines TP, Ritchie P, Walker C, Ansell TA, Ryan DT, et al: Early mobilization on continuous renal replacement therapy is safe and may improve filter life. *Crit Care* 2014;18:R161
97. Perme C, Nalty T, Winkelman C, Kenji Nawa R, Masud F: Safety and Efficacy of Mobility Interventions in Patients with Femoral Catheters in the ICU: A Prospective Observational Study. *Cardiopulm Phys Ther J* 2013;24:12–17
98. Titworth WL, Hester J, Correia T, Reed R, Guin P, Archibald L, et al: The effect of increased mobility on morbidity in the neurointensive care unit. *J Neurosurg* 2012;116:1379–1388
99. Bartolo M, Bargellesi S, Castioni C, Intiso D, Fontana A, Copetti M, et al: Mobilization in early rehabilitation in intensive care unit patients with severe acquired brain injury: An observational study. *J Rehabil Med* 2017;49:715–722
100. Young B, Moyer M, Pino W, Kung D, Zager E, Kumar MA: Safety and Feasibility of Early Mobilization in Patients with Subarachnoid Hemorrhage and External Ventricular Drain. *Neurocrit Care* 2019;31:88–96
101. Rand ML, Darbinian JA: Effect of an evidence-based mobility intervention on the level of function in acute intracerebral and subarachnoid hemorrhagic stroke patients on a neurointensive care unit. *Arch Phys Med Rehabil* 2015;96:1191–1199
102. Karic T, Røe C, Nordenmark TH, Becker F, Sorteberg W, Sorteberg A: Effect of early mobilization and rehabilitation on complications in aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *J Neurosurg* 2017;126:518–526
103. Yataco RA, Arnold SM, Brown SM, David Freeman W, Carmen Cononie C, Heckman MG, et al: Early Progressive Mobilization of Patients with External Ventricular Drains: Safety and Feasibility. *Neurocrit Care* 2019;30:414–420
104. Shah SO, Kraft J, Ankam N, Bu P, Stout K, Melnyk S, et al: Early Ambulation in Patients With External Ventricular Drains: Results of a Quality Improvement Project. *J Intensive Care Med* 2018;33:370–374
105. Braune S, Bojes P, Mecklenburg A, Angriman F, Soeffker G, Warnke K, et al: Feasibility, safety, and resource utilisation of active mobilisation of patients on extracorporeal life support: a prospective observational study. *Ann Intensive Care* 2020;10(1):161
106. Ko Y, Cho YH, Park YH, Lee H, Suh GY, Yang JH, et al: Feasibility and Safety of Early Physical Therapy and Active Mobilization for Patients on Extracorporeal Membrane Oxygenation. *ASAIO J* 2015;61:564–568
107. Abrams D, Javidfar J, Farrand E, Mongero LB, Agerstrand CL, Ryan P, et al: Early mobilization of patients receiving extracorporeal membrane oxygenation: a retrospective cohort study. *Crit Care* 2014;18:R38
108. Abrams D, Madahar P, Eckhardt CM, Short B, Yip NH, Parekh M, et al: Early Mobilization during Extracorporeal Membrane Oxygenation for Cardiopulmonary Failure in Adults: Factors Associated with Intensity of Treatment. *Ann Am Thorac Soc* 2022;19:90–98
109. Lee H, Ko YJ, Suh GY, Yang JH, Park CM, Jeon K, et al: Safety profile and feasibility of early physical therapy and mobility for critically ill patients in the medical intensive care unit: Beginning experiences in Korea. *J Crit Care* 2015;30:673–677
110. ECMO-PT Study Investigators; International ECMO Network: Early mobilisation during extracorporeal membrane oxygenation was safe and feasible: a pilot randomised controlled trial. *Intensive Care Med* 2020;46:1057–1059
111. Hayes K, Holland AE, Pellegrino VA, Young M, Paul E, Hodgson CL: Early rehabilitation during extracorporeal membrane oxygenation has minimal impact on physiological parameters: a pilot randomised controlled trial. *Austr Crit Care* 2021;34:217–225
112. Wahab R, Yip NH, Chandra S, Nguyen M, Pavlovich KH, Benson T, et al: The implementation of an early rehabilitation program is associated with reduced length of stay: A multi-ICU study. *J Intensive Care Soc* 2016;17:2–11
113. Conceição TMAD, Gonzáles AI, Figueiredo FCXS, Vieira DSR, Bündchen DC : Safety criteria to start early mobilization in intensive care units. Systematic review. *Rev Bras Ter Intensiva* 2017;29:509–519
114. Aquim EE, Bernardo WM, Buzzini RF, Azeredo NSG, Cunha LSD, Damasceno MCP, et al: Brazilian Guidelines for Early Mobilization in Intensive Care Unit. *Rev Bras Ter Intensiva* 2019;31:434–443
115. Sakai T, Hoshino C, Okawa A, Wakabayashi K, Shigemitsu H: The Safety and Effect of Early Mobilization in the Intensive Care Unit According to Cancellation Criteria. *Prog Rehabil Med* 2020;5:20200016
116. Yang R, Zheng Q, Zuo D, Zhang C, Gan X: Safety Assessment Criteria for Early Active Mobilization in Mechanically Ventilated ICU Subjects. *Respir Care* 2021;66:307–315
117. Sommers J, Engelbert RH, Dettling-Ihnenfeldt D, Gosselink R, Spronk PE, Nollet F, et al: Physiotherapy in the intensive care unit: an evidence-based, expert driven, practical statement and rehabilitation recommendations. *Clin Rehabil* 2015;29:1051–1063
118. Fraser D, Spiva L, Forman W, Hallen C: Original Research: Implementation of an Early Mobility Program in an ICU. *Am J Nurs* 2015;115:49–58
119. McWilliams D, Weblin J, Atkins G, Bion J, Williams J, Elliott C, et al: Enhancing rehabilitation of mechanically ventilated patients in the intensive care unit: a quality improvement project. *J Crit Care* 2015;30:13–18
120. Agency for Healthcare Research and Quality: Early Mobility Guide for Reducing Ventilator-Associated Events in Mechanically Ventilated Patients. AHRQ Publication Nr. 16(17)-0018-4-EF; 2017. <https://www.ahrq.gov/sites/default/files/wysiwyg/professionals/quality-patient-safety/hais/tools/mvp/modules/technical/early-mobility-mvp-guide.pdf> (Zugriffsdatum: 06.11.2024)
121. Hodgson CL, Stiller K, Needham DM, Tipping CJ, Harrold M, Baldwin CE, et al: Expert consensus and recommendations on safety criteria for active mobilization of mechanically ventilated critically ill adults. *Crit Care* 2014;18:658
122. Presneill JJ, Bellomo R, Brickell K, Buhr H, Gabbe BJ, Gould DW, et al: Protocol and statistical analysis plan for the phase 3 randomised controlled Treatment of Invasively Ventilated Adults with Early Activity and Mobilisation (TEAM III) trial. *Crit Care Resusc* 2021;23:262–272
123. Nydahl P, Ewers A, Brodda D: Complications related to early mobilization of mechanically ventilated patients on Intensive Care Units. *Nurs Crit Care* 2016;21:323–333
124. Nydahl P, Sricharoenchai T, Chandra S, Kundt FS, Huang M, Fischill M, et al: Safety of Patient Mobilization

Guidelines and Recommendations

Special Articles

- and Rehabilitation in the Intensive Care Unit. Systematic Review with Meta-Analysis. *Ann Am Thorac Soc* 2017;14:766–777
125. Sakai T, Hoshino C, Okawa A, Wakabayashi K, Shigemitsu H: The Safety and Effect of Early Mobilization in the Intensive Care Unit According to Cancellation Criteria. *Prog Rehab Med* 2020;5:20200016
 126. Hodgson CL, Bailey M, Bellomo R, Berney S, Buhr H, Denehy L, et al: A Binational Multicenter Pilot Feasibility Randomized Controlled Trial of Early Goal-Directed Mobilization in the ICU. *Crit Care Med* 2016;44:1145–1152
 127. Schujmann DS, Teixeira Gomes T, Lunardi AC, Zoccoler Lamas M, Fragoso A, Pimentel M, et al: Impact of a Progressive Mobility Program on the Functional Status, Respiratory, and Muscular Systems of ICU Patients: A Randomized and Controlled Trial. *Crit Care Med* 2020;48:491–497
 128. Schaller SJ, Scheffenbichler FT, Bose S, Mazwi N, Deng H, Krebs F, et al: Influence of the initial level of consciousness on early, goal-directed mobilization: a post hoc analysis. *Intensive Care Med* 2019;45:201–210
 129. Kasotakis G, Schmidt U, Perry D, Grosse-Sundrup M, Benjamin J, Ryan C, et al: The surgical intensive care unit optimal mobility score predicts mortality and length of stay. *Crit Care Med* 2012;40:1122–1128
 130. Piva S, Dora G, Minelli C, Michelini M, Turla F, Mazza S, et al: The Surgical Optimal Mobility Score predicts mortality and length of stay in an Italian population of medical, surgical, and neurologic intensive care unit patients. *J Crit Care* 2015;30:1251–1257
 131. Schaller SJ, Stäubli CG, Suemasa M, Heim M, Duarte IM, Mensch O, et al: The German Validation Study of the Surgical Intensive Care Unit Optimal Mobility Score. *J Crit Care* 2016;32:201–206
 132. Rahiminezhad E, Sadeghi M, Ahmadinejad M, Mirzadeh Gohari SI, Dehghan M: A randomized controlled clinical trial of the effects of range of motion exercises and massage on muscle strength in critically ill patients. *BMC Sports Sci Med Rehabil* 2022;14:96
 133. Kim HJ, Lee Y, Sohng KY: Effects of bilateral passive range of motion exercise on the function of upper extremities and activities of daily living in patients with acute stroke. *J Phys Ther Sci* 2014;26:149–156
 134. Vollenweider R, Manettas AI, Häni N, de Bruin ED, Knols RH: Passive motion of the lower extremities in sedated and ventilated patients in the ICU – a systematic review of early effects and replicability of Interventions. *PLoS One*. 2022;17:e0267255
 135. Griffiths RD, Palmer TE, Helliwell T, MacLennan P, MacMillan RR: Effect of passive stretching on the wasting of muscle in the critically ill. *Nutrition* 1995;11:428–432
 136. Scheffenbichler FT, Teja B, Wongtangman K, Mazwi N, Waak K, Schaller SJ, et al: Effects of the Level and Duration of Mobilization Therapy in the Surgical ICU on the Loss of the Ability to Live Independently: An International Prospective Cohort Study. *Crit Care Med* 2021;49:e247–e257
 137. Bernhardt J, Churilov L, Ellery F, Collier J, Chamberlain J, Langhorne P, et al: Prespecified dose-response analysis for A Very Early Rehabilitation Trial (AVERT). *Neurology* 2016;86:2138–2145
 138. Paton M, Lane R, Paul E, Cuthbertson GA, Hodgson CL: Mobilization During Critical Illness: A Higher Level of Mobilization Improves Health Status at 6 Months, a Secondary Analysis of a Prospective Cohort Study. *Crit Care Med* 2021;48:e860–e869
 139. Raurell-Torredà M, Arias-Rivera S, Martí JD, Frade-Mera MJ, Zaragoza-García I, Gallart E, et al: Care and treatments related to intensive care unit-acquired muscle weakness: A cohort study. *Aust Crit Care*. 2021;34:435–445
 140. Shimogai T, Izawa KP, Kawada M, Kuriyama A: Factors Affecting Discharge to Home of Medical Patients Treated in an Intensive Care Unit. *Int J Environ Res Public Health* 2019;16:4324
 141. Pun BT, Balas MC, Barnes-Daly MA, Thompson JL, Aldrich JM, Barr J, et al: Caring for Critically Ill Patients with the ABCDEF Bundle: Results of the ICU Liberation Collaborative in Over 15,000 Adults. *Crit Care Med* 2019;47:3–14
 142. Hsieh SJ, Otusanya O, Gershengorn HB, Hope AA, Dayton C, Levi D, et al: Staged Implementation of Awakening and Breathing, Coordination, Delirium Monitoring and Management, and Early Mobilization Bundle Improves Patient Outcomes and Reduces Hospital Costs. *Crit Care Med* 2019;47:885–893
 143. Lee ZY, Yap CSL, Hasan MS, Engkasan JP, Barakatun-Nisak MY, Day AG, et al: The effect of higher versus lower protein delivery in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Crit Care* 2021;25:260
 144. de Azevedo JRA, Lima HCM, Frota PHDB, Nogueira IROM, de Souza SC, Fernandes EAA, et al: High-protein intake and early exercise in adult intensive care patients: a prospective, randomized controlled trial to evaluate the impact on functional outcomes. *BMC Anesthesiol* 2021;21:283
 145. Fossat G, Baudin F, Courtes L, Bobet S, Dupont A, Bretagnol A, et al: Effect of In-Bed Leg Cycling and Electrical Stimulation of the Quadriceps on Global Muscle Strength in Critically Ill Adults: A Randomized Clinical Trial. *JAMA* 2018;320:368–378
 146. Eggmann S, Verra ML, Luder G, Takala J, Jakob SM: Effects of early, combined endurance and resistance training in mechanically ventilated, critically ill patients: A randomised controlled trial. *PLoS One* 2018;13:e0207428
 147. Waldauf P, Hrušková N, Blahutova B, Gojda J, Urban T, Krajčová A, et al: Functional electrical stimulation-assisted cycle ergometry-based progressive mobility programme for mechanically ventilated patients: randomised controlled trial with 6 months follow-up. *Thorax* 2021;76:664–671
 148. Ribeiro BC, Poça JJGD, Rocha AMC, Cunha CNSD, Cunha KDC, Falcão LFM, et al: Different physiotherapy protocols after coronary artery bypass graft surgery: A randomized controlled trial. *Physiother Res Int* 2021;26:e1882
 149. Takaoka A, Utgikar R, Rochweg B, Cook DJ, Kho ME: The efficacy and safety of in-ICU leg cycle ergometry in critically ill adults: a systematic review and meta-analysis. *Ann Am Thorac Soc* 2020;17:1289–1307
 150. Machado ADS, Pires-Neto RC, Carvalho MTX, Soares JC, Cardoso DM, Albuquerque IM: Effects that passive cycling exercise have on muscle strength, duration of mechanical ventilation, and length of hospital stay in critically ill patients: a randomized clinical trial. *J Bras Pneumol* 2017;43:134–139
 151. Bianchi T, dos Santos LJ, Aguiar Lemos FD, Sachetti A, Dall'Acqua AM: The effect of passive cycle ergometry exercise on diaphragmatic motion

- of invasive mechanically ventilated critically ill patients in intensive care unit: a randomized clinical trial. *Int J Phys Med Rehabil* 2018;6:6
152. Burtin C, Clerckx B, Robbeets C, Ferdinande P, Langer D, Troosters T, et al: Early exercise in critically ill patients enhances short-term functional recovery. *Crit Care Med* 2009;37:2499–2505
153. Yu L, Jiang JX, Zhang Y, Chen YZ, Shi Y: Use of in-bed cycling combined with passive joint activity in acute respiratory failure patients receiving mechanical ventilation. *Ann Palliat Med* 2020;9:175–181
154. Parry SM, Berney S, Warrillow S, El-Ansary D, Bryant AL, Hart N, et al: Functional electrical stimulation with cycling in the critically ill: A pilot case-matched control study. *J Crit Care* 2014;29:695.e1–e7
155. França EET, Gomes JPV, De Lira JMB, Amaral TCN, Vilaça AF, Paiva Júnior MDS, et al: Acute effect of passive cycle-ergometry and functional electrical stimulation on nitrosative stress and inflammatory cytokines in mechanically ventilated critically ill patients: a randomized controlled trial. *Braz J Med Biol Res* 2020;53:e8770
156. Kwakman RCH, Sommers J, Horn J, Nollet F, Engelbert RHH, van Der Schaaf M: Steps to recovery: body weight-supported treadmill training for critically ill patients: a randomized controlled trial. *Trials* 2020;21(1):409
157. Medrinal C, Combret Y, Prieur G, Robledo Quesada A, Bonnevie T, Gravier FE, et al: Comparison of exercise intensity during four early rehabilitation techniques in sedated and ventilated patients in ICU: a randomised cross-over trial. *Crit Care* 2018;22:110
158. Gutiérrez-Arias RE, Zapata-Quiroz CC, Prenafeta-Pedemonte BO, Nasar-Lillo NA, Gallardo-Zamorano DI: Effect of Neuromuscular Electrical Stimulation on the Duration of Mechanical Ventilation. *Respir Care* 2021;66:679–685
159. Gerovasili V, Stefanidis K, Vitzilaios K, Karatzanos E, Politis P, Koroneos A, et al: Electrical muscle stimulation preserves the muscle mass of critically ill patients: a randomized study. *Crit Care* 2009;13:R161
160. Nakanishi N, Oto J, Tsutsumi R, Yamamoto T, Ueno Y, Nakataki E, et al: Effect of Electrical Muscle Stimulation on Upper and Lower Limb Muscles in Critically Ill Patients: A Two-Center Randomized Controlled Trial. *Crit Care Med* 2020;48:e997–e1003
161. Liu M, Luo J, Zhou J, Zhu X: Intervention effect of neuromuscular electrical stimulation on ICU acquired weakness: A meta-analysis. *Int J Nurs Sci* 2020;7:228–237
162. Zayed Y, Kheiri B, Barbarawi M, Chahine A, Rashdan L, Chintalapati S, et al: Effects of neuromuscular electrical stimulation in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Austr Crit Care* 2020 Mar;33:203–210
163. Burke D, Gorman E, Stokes D, Lennon O: An evaluation of neuromuscular electrical stimulation in critical care using the ICF framework: a systematic review and meta-analysis. *Clin Respir J* 2016;10:407–420
164. Wageck B, Nunes GS, Silva FL, Damasceno MC, de Noronha M: Application and effects of neuromuscular electrical stimulation in critically ill patients: systematic review. *Med Intensiva* 2014;38:444–454
165. AVERT Trial Collaboration group: Efficacy and safety of very early mobilisation within 24 h of stroke onset (AVERT): a randomised controlled trial. *Lancet* 2015;386:46–55.

Korrespondenz- adresse



Prof. Dr. Stefan J. Schaller

Klinische Abteilung für Allgemeine
Anästhesie und Intensivmedizin
Medizinische Universität Wien
Währinger Gürtel 18–20
1090 Wien, Österreich
Tel.: +43 (0)1 40400-41020
E-Mail:
stefan.schaller@meduniwien.ac.at
ORCID-ID: 0000-0002-6683-9584

Korrespondenz- adresse



Prof. Dr. Dr. med. Sina M. Coldewey

Institut für Anästhesiologie und
Perioperative Medizin
Universitätsspital Zürich
Universität Zürich
Rämistrasse 100
8091 Zürich, Schweiz
E-Mail: sina.coldewey@usz.ch
ORCID-ID: 0000-0002-7130-0006

An der Erstellung des Beitrags „Übersicht S3-Leitlinie Lagerungstherapie und Mobilisation von kritisch Erkrankten auf Intensivstationen“ haben maßgeblich mitgewirkt:

Stefan J. Schaller

Charité – Universitätsmedizin Berlin, corporate member of Freie Universität Berlin and Humboldt Universität zu Berlin, Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin (CCM/ CVK), Berlin, Deutschland

Medizinische Universität Wien, Klinik für Anästhesie, allgemeine Intensivmedizin und Schmerztherapie, Klinische Abteilung für Allgemeine Anästhesie und Intensivmedizin, Wien, Österreich

Julius J. Grunow

Charité – Universitätsmedizin Berlin, corporate member of Freie Universität Berlin and Humboldt Universität zu Berlin, Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin (CCM/ CVK), Berlin, Deutschland

Nils Daum

Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin (CCM/ CVK), Charité – Universitätsmedizin Berlin, corporate member of Freie Universität Berlin and Humboldt Universität zu Berlin, Deutschland

Thomas Bein

Universität Regensburg, Deutschland

Manfred Blobner

Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Universitätsklinikum Ulm, Deutschland

Uwe Hamsen

Chirurgische Universitätsklinik und Poliklinik, BG Universitätsklinikum Bergmannsheil Bochum, Ruhr-Universität Bochum, Deutschland

Carsten Hermes

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW Hamburg), Deutschland / Akkon Hochschule für Humanwissenschaften, Berlin, Deutschland

Arnold Kaltwasser

Akademie der Kreiskliniken Reutlingen, Kreiskliniken Reutlingen, Deutschland

Peter Nydahl

Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Kiel, Deutschland / Institut für Pflegewissenschaft und -praxis, Paracelsus Medizinische Universität, Salzburg, Österreich

Anett Reißhauer

Charité – Universitätsmedizin Berlin, corporate member of Freie Universität Berlin and Humboldt Universität zu Berlin, Arbeitsbereich Physikalische Medizin, Berlin, Deutschland

Leonie Renzewitz

Physiotherapie am Universitätsklinikum Essen, Universitätsklinikum Essen (AÖR), Deutschland

Klinik für Hämatologie und Stammzelltransplantation, Universitätsklinikum Essen, Deutschland

Flora T. Scheffenbichler

Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Universitätsklinikum Ulm, Deutschland

Karsten Siemon

Fachbereich Pneumologie, Fachkrankenhaus Kloster Grafschaft, Schmallingenberg, Deutschland

Thomas Staudinger

Medizinische Universität Wien, Universitätsklinik für Innere Medizin I, Wien, Österreich

Roman Ullrich

Medizinische Universität Wien, Klinik für Anästhesie, allgemeine Intensivmedizin und Schmerztherapie, Klinische Abteilung für Allgemeine Anästhesie und Intensivmedizin, Wien, Österreich

Abteilung für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Traumazentrum Wien der AUVA, Wien, Österreich

Steffen Weber-Carstens

Charité – Universitätsmedizin Berlin, corporate member of Freie Universität Berlin and Humboldt Universität zu Berlin, Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin (CCM/ CVK), Berlin, Deutschland

Hermann Wrigge

Klinik für Anästhesiologie, Intensiv- und Notfallmedizin, Schmerztherapie, BG Klinikum Bergmannstrost Halle, Deutschland / Medizinische Fakultät, Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg, Halle, Deutschland

Dominik Zergiebel

Universitätsklinikum Münster, Deutschland

Sina M. Coldewey

Institut für Anästhesiologie und Perioperative Medizin, Universitätsspital Zürich, Universität Zürich, Schweiz

Zentrum für Innovationskompetenz Septomics, Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Universitätsklinikum Jena, Deutschland