

Anaesthesist 2015 · 64:596–611  
DOI 10.1007/s00101-015-0060-4  
Online publiziert: 11. August 2015  
© Die Autor(en) 2015. Dieser Artikel ist auf  
Springerlink.com mit Open Access verfügbar



T. Bein<sup>1</sup> · M. Bischoff<sup>1</sup> · U. Brückner<sup>2</sup> · K. Gebhardt<sup>1</sup> · D. Henzler<sup>3</sup> · C. Hermes<sup>4</sup> ·  
K. Lewandowski<sup>5</sup> · M. Max<sup>6</sup> · M. Nothacker<sup>7</sup> · T. Staudinger<sup>8</sup> · M. Tryba<sup>9</sup> ·  
S. Weber-Carstens<sup>10</sup> · H. Wrigge<sup>11</sup> · für die Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie  
und Intensivmedizin

<sup>1</sup> Klinik für Anästhesiologie, Universitätsklinikum Regensburg, Regensburg, Deutschland

<sup>2</sup> Abteilung Physiotherapie, Klinik Donaustauf, Zentrum für Pneumologie, Donaustauf, Deutschland

<sup>3</sup> Klinik für Anästhesiologie, operative Intensivmedizin, Rettungsmedizin,  
Schmerztherapie, Klinikum Herford, Herford, Deutschland

<sup>4</sup> HELIOS Klinikum Siegburg, Siegburg, Deutschland

<sup>5</sup> Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie,  
Elisabeth-Krankenhaus Essen, Essen, Deutschland

<sup>6</sup> Centre Hospitalier, Soins Intensifs Polyvalents, Luxembourg, Luxemburg

<sup>7</sup> Arbeitsgemeinschaft für Wissenschaftlich-Medizinische Fachgesellschaften (AWMF), Marburg, Deutschland

<sup>8</sup> Universitätsklinik für Innere Medizin I, Medizinische Universität Wien,  
Allgemeines Krankenhaus der Stadt Wien, Wien, Österreich

<sup>9</sup> Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie, Klinikum Kassel, Kassel, Deutschland

<sup>10</sup> Klinik für Anästhesiologie mit Schwerpunkt Operative Intensivmedizin, Charité  
Universitätsmedizin Berlin, Campus Virchow Klinikum, Berlin, Deutschland

<sup>11</sup> Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie,  
Universitätsklinikum Leipzig, Leipzig, Deutschland

## Kurzversion S2e-Leitlinie – „Lagerungstherapie und Frühmobilisation zur Prophylaxe oder Therapie von pulmonalen Funktionsstörungen“

### Einleitung

Durch die Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) wurde der Auftrag erteilt, die seit 2008 bestehende S2-Leitlinie „Lagerungstherapie zur Prophylaxe oder Therapie von pulmonalen Funktionsstörungen“ zu revidieren. Aufgrund zunehmender klinischer und wissenschaftlicher Relevanz wurde die Leitlinie um den Themenkomplex „Frühmobilisation“ erweitert. Die Leitlinie bezieht sich auf folgende thematische Schwerpunkte:

- Einsatz von Lagerungstherapie und Frühmobilisation zu Prophylaxe und Therapie pulmonaler Funktionsstörungen,

- unerwünschte Wirkungen und Komplikationen von Lagerungstherapie und Frühmobilisation,
- praktische Aspekte beim Einsatz von Lagerungstherapie und Frühmobilisation.

Diese Leitlinie ist das Ergebnis einer systematischen Literaturrecherche mittels entsprechender Suchbegriffe sowie der anschließenden kritischen Evidenzbewertung mit wissenschaftlichen Methoden. Das methodische Vorgehen des Leitlinienentwicklungsprozesses entspricht den Anforderungen an eine evidenzbasierte Medizin, wie sie von der AWMF als Standard definiert wurden. Bezüglich der Lagerungstherapie wurden neu publizierte Arbeiten (kontrollierte Studien, syste-

matische Übersichtsarbeiten, Metaanalysen, Fallserien, Fallberichte und Kommentare/Editorials) ab dem Jahr 2005 untersucht; der neu aufgenommene Aspekt der Frühmobilisation umfasst die gesamte bisher publizierte Literatur bis einschließlich 6/2014. Die Evaluation dieser Publikationen erfolgte nach Evidenzkriterien des *Oxford Centre for Evidence-Based Medicine* („levels of evidence“; <http://>

Erstpublikation in: Bein T, Bischoff M, Brückner U et al (2015) S2e-Leitlinie: „Lagerungstherapie und Frühmobilisation zur Prophylaxe oder Therapie von pulmonalen Funktionsstörungen“. *Anaesth Intensivmed* 56:428-458

Hinweis: Die vollständige Leitlinie steht in englischer Sprache in *Der Anaesthesist* online zur Verfügung: DOI 10.1007/s00101-015-0071-1 oder [www.springermedizin.de/10.1007/s00101-015-0071-1](http://www.springermedizin.de/10.1007/s00101-015-0071-1)

**Tab. 1** Evidenzgrad- und Empfehlungsgradschema

Quelle der Evidenz	Evidenzgrad	Empfehlungsgrad
Methodisch geeignete Metaanalyse(n) von RCT	1a	A: stark, erstrangig
Geeignete RCT mit schmalen Konfidenzintervall	1b	
Gut angelegte kontrollierte Studie(n) ohne Randomisierung	2a	B: abgeschwächt, zweitrangig
Kontrollierte Kohortenstudie(n), RCT eingeschränkter Methode	2b	
Nichtkontrollierte Kohortenstudie(n), Fall-Kontroll-Studie(n)	3	O: schwach, nachrangig
Expertenmeinung(en), Editorial(s), Fallbericht(e)	4	

RCT randomisierte kontrollierte Studie.

www.cebm.net, Stand 2001). Da es sich um eine Revision und nicht eine Neuentwicklung der Leitlinie handelt, wurde dieses Schema weiterhin angewendet. In zwei Konsensuskonferenzen sowie zwei Telefonkonferenzen wurden die Kernaussagen und Empfehlungen mit der gesamten Leitliniengruppe unter Leitung einer Moderatorin der AWMF mittels nominalem Gruppenprozess abgestimmt. Die Verabschiedung der Leitlinie erfolgte durch das Präsidium der DGAI am 30.04.2015.

## Ergebnis der Literaturrecherche

Im Rahmen der Recherche (Mai 2005 bis Mai 2014) wurden anhand der Suchbegriffe zunächst 7051 Arbeiten identifiziert. Nach Sichtung der Abstracts, Ausschluss von Duplikaten und Überprüfung der Relevanz wurden 952 Arbeiten analysiert. Nach Lektüre der Volltexte mussten weitere 653 Studien aufgrund fehlender Relevanz oder mangelhaften Studiendesigns oder fehlenden Bezugs (tierexperimentelle Untersuchungen, pädiatrische Patienten) ausgeschlossen werden. Schließlich wurden 299 Studien in die Analyse eingeschlossen und anhand des oben genannten Evidenzschemas bewertet. Im Zuge der Nachbenennung von 29 relevanten Arbeiten sowie einer Leitlinie (Redaktionsschluss: 31.12.2014) wurden schließlich 329 Arbeiten analysiert. Von diesen wurden 149 Beiträge in die endgültige Fassung der Revision aufgenommen, was mit den aus der ersten Version übernommenen 170 Beiträgen zu einer Gesamtzahl von 319 führt.

## Finanzierung

Die Finanzierung der Reisekosten im Rahmen der Konsensuskonferenzen so-

wie der Literaturrecherche erfolgte durch die Deutsche Stiftung Anästhesiologie. Eine Unterstützung durch Sponsoren aus der Industrie erfolgte nicht.

## Evidenz- und Empfehlungsgradschema

Als Evidenz- und Empfehlungsgradschema wurde die Einteilung des Oxford Centre for Evidence-Based Medicine (Mai 2001) zugrunde gelegt (■ Tab. 1). Diese wurde für den deutschen Gebrauch modifiziert und angeglichen [76].

## Bauchlage bei Patienten mit akuten pulmonalen Störungen

### Rationale der Bauchlagerung

Bauchlage bedeutet die Umlagerung eines Patienten um 180° von der Rückenlage. Inkomplette Bauchlage bedeutet eine Lagerung zwischen ca. 135° und < 180°. Primäres Ziel der Bauchlagerung bei Patienten mit akuter Lungenschädigung ist die Verbesserung des pulmonalen Gasaustauschs. Weitere Ziele sind die Vermeidung/Minimierung des Lungenschadens und die Sekretmobilisation. Es handelt sich um eine bedeutende Therapie- maßnahme in Ergänzung zu einer optimierten Beatmungsstrategie ([15, 25, 47, 99]; Evidenzgrad 1a).

### Physiologische Grundlagen: Auswirkungen der Bauchlage

Die bedeutsamen physiologischen Effekte der Bauchlage sind (zusammengefasst in: [48]):

- die Veränderung der Atemmechanik,
- die Reduktion des Pleuradruckgradienten und

- die Reduktion der tidalen Hyperinflation sowie der beatmungsassoziierten Schädigung der Lunge („stress and strain“; [41]).

Dies kann zur Homogenisierung der Atemgasverteilung, zu einer Reduktion der Ventilation-Perfusion-Fehlverteilung, in Computertomographie(CT)-Analysen zur Vergrößerung des am Gasaustausch teilnehmenden Lungenvolumens durch Reduktion minder- oder nichtbelüfteter Areale (Atelektasen, [41, 79]) und zu einer Reduktion des beatmungsassoziierten Lungenschadens führen. Es wird angenommen, dass eine Verbesserung der Drainage von bronchoalveolärem Sekret bewirkt wird.

### Effekte der Bauchlagerung auf den pulmonalen Gasaustausch

Die Beatmung in Bauchlage führte bei Patienten mit akuter respiratorischer Insuffizienz und besonders im Stadium eines akuten Lungenversagens („acute respiratory distress syndrome“, ARDS, Berlin-Definition, 35]) bei unveränderter Einstellung des Beatmungsgerätes zu einer akuten Steigerung der arteriellen Oxygenierung ([15, 47], Übersicht in: [104]; Evidenzgrad 1a). Die Grunderkrankung, der Zeitpunkt des Beginns und die Art der Anwendung (Dauer der Bauchlage, Lagerungsintervalle) waren von erheblicher Bedeutung für den Effekt.

### Auswirkung der Bauchlage auf Beatmungsdauer, Pneumonieinzidenz, Krankenhausaufenthaltsdauer und Letalität

In früheren multizentrischen Studien (Übersicht in: [1, 2, 5, 96, 98, 99]) führte die tägliche Bauchlagerung (ca. 8 h für 5 bis 10 Tage) bei Patienten mit einem mäßigen bis moderaten Lungenversagen ( $p_aO_2/F_iO_2 < 300$  mmHg) trotz Steigerung der Oxygenierung nicht zu einer signifikant kürzeren Beatmungsdauer oder zu einem Überlebensvorteil; anschließende Studien mit Verbringung in die Bauchlage ab einem frühen Stadium der Erkrankung für ca. 20 h täglich zeigten einen Trend zu einer kürzeren Beatmungsdauer

und einer höheren Überlebensrate (Evidenzgrad 2b; z. B. [36]).

In einer aktuellen multizentrischen Studie im prospektiven randomisierten Design [47] wurden 237 Patienten mit moderatem oder schwerem ARDS frühzeitig (< 48 h) nach Auftreten der Erkrankung in die Bauchlage gebracht (16 h oder mehr täglich für ca. 7 Tage), während die Patienten der Kontrollgruppe in Rückenlage behandelt wurden. Alle Patienten wurden lungenprotektiv beatmet und in der Frühphase des ARDS muskelrelaxiert. Die Neunzigtagelletalität betrug 23,6% in der Bauchlagerungsgruppe und 41% in der Kontrollgruppe [ $p < 0,001$ , „odds ratio“ (OR) = 0,44]. Die Inzidenz an Komplikationen war während der Untersuchung nicht unterschiedlich zwischen den Gruppen, aber Patienten der Kontrollgruppe wiesen eine signifikant höhere Inzidenz an kardialen Arrhythmien auf (Evidenzgrad 1a). Die Bedeutung der Bauchlage für die Beeinflussung der Inzidenz beatmungsassoziierter Pneumonien ist unklar [70].

**Bei Patienten mit ARDS ( $p_aO_2/F_{I}O_2 < 150$ ) und lungenprotektiver Beatmungsstrategie führt die frühe Anwendung prolongierter Bauchlagerung zu einer signifikanten Senkung der Letalität im Vergleich zur Rückenlagerung (Evidenzgrad 1a). Es ist unklar, ob die wiederholte Bauchlagerung zur Senkung der Inzidenz nosokomialer Pneumonien geeignet ist (Evidenzgrad 4).**

**1 Die Bauchlage soll bei Patienten mit ARDS und Einschränkung der arteriellen Oxygenierung ( $p_aO_2/F_{I}O_2 < 150$ ) durchgeführt werden (Evidenzgrad 1a, Empfehlungsgrad A).**

### Zeitpunkt und Dauer der Bauchlagerung

Der positive Effekt der Bauchlagerung auf den Gasaustausch trat unmittelbar oder mit einer Verzögerung bis zu 24 h nach Umlagerung ein ([61, 82]; Evidenzgrad 2b). Eine kürzere Anamnese des ARDS war mit einem besseren Effekt der Bauchlagerung auf Oxygenierung und Outcome assoziiert ([47]; Evidenzgrad 1b).

Mehrere Zyklen intermittierender Bauchlage und Rückenlage ergaben einen

Anaesthesist 2015 · 64:596–611 DOI 10.1007/s00101-015-0060-4

© Die Autor(en) 2015. Dieser Artikel ist auf Springerlink.com mit Open Access verfügbar

T. Bein · M. Bischoff · U. Brückner · K. Gebhardt · D. Henzler · C. Hermes · K. Lewandowski · M. Max · M. Nothacker · T. Staudinger · M. Tryba · S. Weber-Carstens · H. Wrigge · für die Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin

## Kurzversion S2e-Leitlinie – „Lagerungstherapie und Frühmobilisation zur Prophylaxe oder Therapie von pulmonalen Funktionsstörungen“

### Zusammenfassung

Durch die Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) wurde der Auftrag erteilt, die seit 2008 bestehende S2-Leitlinie „Lagerungstherapie zur Prophylaxe oder Therapie von pulmonalen Funktionsstörungen“ zu revidieren. Aufgrund zunehmender klinischer und wissenschaftlicher Relevanz wurde die Leitlinie um den Themenkomplex „Frühmobilisation“ erweitert. Damit bezieht sie sich auf folgende thematische Schwerpunkte: Einsatz von Lagerungstherapie und Frühmobilisation zur Prophylaxe pulmonaler Funktionsstörungen, Einsatz von Lagerungstherapie und Frühmobilisation zur Therapie pulmonaler Funktionsstörungen, unerwünschte Wirkungen und Komplikationen von Lagerungstherapie und Frühmobilisation sowie praktische Aspekte beim Einsatz von Lagerungstherapie und Frühmobilisation. Diese Leitlinie ist das Ergebnis einer systematischen Literaturrecherche sowie der

anschließenden kritischen Evidenzbewertung mit wissenschaftlichen Methoden. Das methodische Vorgehen des Leitlinienentwicklungsprozesses entspricht den Anforderungen an die evidenzbasierte Medizin, wie sie von der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften als Standard definiert wurden. Bezüglich der Lagerungstherapie wurden neu publizierte Arbeiten ab 2005 untersucht; der neu aufgenommene Aspekt der Frühmobilisation umfasst die gesamte bisher publizierte Literatur bis einschließlich 06/2014. Der vorliegende Beitrag gibt die Kurzversion der Leitlinie wieder.

### Schlüsselwörter

Bauchlage · „Respiratory distress syndrome, acute (adult)“ · Pneumonie, beatmungsassoziiert · Literaturübersicht · Evidenzbasierte Medizin

## Short version S2e guidelines: “Positioning therapy and early mobilization for prophylaxis or therapy of pulmonary function disorders”

### Abstract

The German Society of Anesthesiology and Intensive Care Medicine (DGAI) commissioned a revision of the S2 guidelines on “positioning therapy for prophylaxis or therapy of pulmonary function disorders” from 2008. Because of the increasing clinical and scientific relevance the guidelines were extended to include the issue of “early mobilization” and the following main topics are therefore included: use of positioning therapy and early mobilization for prophylaxis and therapy of pulmonary function disorders, undesired effects and complications of positioning therapy and early mobilization as well as practical aspects of the use of positioning therapy and early mobilization. These guidelines are the result of a systematic literature search and the subsequent critical evaluation of the

evidence with scientific methods. The methodological approach for the process of development of the guidelines followed the requirements of evidence-based medicine, as defined as the standard by the Association of the Scientific Medical Societies in Germany. Recently published articles after 2005 were examined with respect to positioning therapy and the recently accepted aspect of early mobilization incorporates all literature published up to June 2014.

### Keywords

Prone position · Respiratory distress syndrome, acute (adult) · Pneumonia, ventilator-associated · Review literature · Evidence-based medicine

nachhaltigen Effekt auf die Besserung des pulmonalen Gasaustauschs (in Rückenlage) im Vergleich zur einmal durchgeführten Maßnahme ([47]; Evidenzgrad 2b).

**2 Ein Bauchlagerungsintervall von mindestens 16 h sollte angestrebt werden. Die Bauchlagerung sollte frühzeitig erwogen und nach Indikationsstel-**

lung unverzüglich umgesetzt werden (Evidenzgrad 2b, Empfehlungsgrad B).

**3 Bauchlagerungstherapie sollte beendet werden bei anhaltender Verbesserung der Oxygenierung in Rückenlage (4 h nach Rücklagerung:  $p_aO_2/F_iO_2 \geq 150$  bei einem PEEP  $\leq 10$  cm H<sub>2</sub>O und einer  $F_iO_2 \leq 0,6$ ) oder wenn mehrere Lagerungsversuche erfolglos geblieben sind (Evidenzgrad 3, Empfehlungsgrad B).**

### Synergieeffekte der Bauchlage mit weiteren Maßnahmen

Die Verbesserung der Oxygenierung in Bauchlage wurde durch die Applikation von positiv-endexpiratorischem Druck (PEEP) verstärkt, insbesondere bei diffuser Lungenschädigung ([25]; Evidenzgrad 2b). Die Integration von Spontanatmungsanteilen während Bauchlage, z. B. durch die Anwendung einer biphasischen positiven Druckbeatmung mit Spontanatmung („airway pressure release ventilation“, APRV) steigerte den Effekt der Lagerungsmaßnahme im Vergleich zur Beatmung im überwiegend kontrollierten Modus ([105], Evidenzgrad 2b).

Die Beatmung in Bauchlage stellt eine physiologisch sinnvolle therapeutische Perspektive dar, um durch die Anpassung verschiedener Parameter der Beatmungseinstellung ein lungenprotektives Konzept umzusetzen. Darüber hinaus bedeutet die Beatmung in Bauchlage *per se* eine physiologische Protektion/Reduktion des beatmungsassoziierten Lungenschadens ([41, 48, 61]; Evidenzgrad 2b).

**4 Für die Beatmung in Bauchlage gelten dieselben Prinzipien einer optimierten Beatmungsstrategie wie für die Rückenlage, einschließlich der lungenprotektiven Limitierung des Tidalvolumens, der Verhinderung von Derecruitment und der Integration von Spontanatmungsanteilen (Evidenzgrad 2b, Empfehlungsgrad A).**

**5 Eine Evaluation und Anpassung der Beatmungseinstellung im Sinne einer lungenprotektiven Strategie sollten nach jedem Lagerungswechsel erfolgen (Evidenzgrad 3, Empfehlungsgrad B).**

### Auswirkung der Bauchlage auf andere Organsysteme

Die Bauchlagerung führte im Vergleich zur Rückenlagerung zur Besserung der Hämodynamik (Steigerung des Herzminutenvolumens oder des mittleren arteriellen Drucks) und zur Reduktion kardiovaskulärer Komplikationen [47], allerdings war für diesen Effekt ein ausgeglichener Volumenstatus erforderlich ([54]; Evidenzgrad 2b). Bei Patienten ohne vorbestehende Einschränkung der renalen Funktion führte die Bauchlagerung zu keiner Reduktion der Nierenleistung ([51], Evidenzgrad 2b). Die Lagerung auf mittels Druckluft gesteuerten Matratzensystemen reduzierte eine lagerungsbedingte Steigerung des intraabdominellen Drucks im Vergleich zu konventionellen Matratzensystemen ([24, 40, 67]; Evidenzgrad 2b). Patienten mit abdomineller Adipositas (CT-Definition: sagittaler abdomineller Durchmesser  $\geq 26$  cm) entwickelten während länger dauernder Bauchlagerung (im Mittel 40 h) im Vergleich zu Patienten ohne ähnliche Konfiguration signifikant häufiger ein Nierenversagen (83 vs. 35 %,  $p < 0,01$ ) und signifikant häufiger eine hypoxämische Hepatitis (22 vs. 2 %,  $p = 0,015$ , [106]; Evidenzgrad 2b).

**6 Vor der Anwendung der Bauchlagerung sollte der Patient hämodynamisch stabilisiert werden, und der Volumenstatus sollte ausgeglichen sein. Der Einsatz von Katecholaminen ist keine Kontraindikation gegen die Bauchlage (Evidenzgrad 2b, Empfehlungsgrad B).**

Für Patienten mit akuten abdominalen Erkrankungen kann derzeit aufgrund mangelnder Untersuchungen keine Empfehlung bezüglich Art und Dauer einer Bauchlagerung abgegeben werden (Evidenzgrad 4, Empfehlungsgrad 0)

**7 Cave:** Bei Patienten mit abdomineller Adipositas sollten bei länger dauernder Bauchlagerung die Nieren- und Leberfunktion engmaschig überwacht werden (Expertenkonsens).

### Bauchlagerung und akute zerebrale Läsion

Bauchlagerung kann bei akuten traumatischen oder nichttraumatischen zerebralen

Läsionen einen Anstieg des Hirndrucks und (bei unveränderter Hämodynamik) eine Reduktion des zerebralen Perfusionsdrucks bewirken [72, 81]; Evidenzgrad 4). Allerdings kann die durch die Bauchlagerung induzierte Verbesserung des pulmonalen Gasaustauschs die zerebrale Oxygenierung steigern (Evidenzgrad 4). Bei gesunden Probanden wurden in Bauchlagerung während nichtinvasiver positiver Druckbeatmung die systemische und die zerebrale Hämodynamik erfasst und eine Variation der Kopfposition vorgenommen (zentriert, links- und rechtsseitlich). Die seitliche Drehung des Kopfes führte zu einer Reduktion des zerebralen Blutflusses (A. cerebri media) um etwa 10 % ([52]; Evidenzgrad 2b).

**8 Die Indikation zur Bauchlage bei akuten zerebralen Läsionen kann nur nach individueller Abwägung von Nutzen (Verbesserung der Oxygenierung) und Risiko (Hirndruckanstieg) gestellt werden (Evidenzgrad 3, Empfehlungsgrad 0).**

**9 Während der Lagerungsmaßnahme soll der Hirndruck kontinuierlich überwacht werden (Evidenzgrad 2b, Empfehlungsgrad A). Der Kopf sollte während dieser Maßnahme zentriert positioniert und eine Seitdrehung vermieden werden [Evidenzgrad 3, Empfehlungsgrad B, Expertenkonsens und S1-Leitlinie „Intrakranieller Druck“ (AWMF-Register-Nr. 030/105, gültig bis 12/2015)].**

### Bauchlagerung und Augendruck

In prospektiven randomisierten Studien wurde bei Patienten in Bauchlage im operativen Bereich der intraokulare Druck (IOP) vor, während und nach der Lagerungsmaßnahme gemessen [28, 34, 46], wobei bei einer Patientengruppe zusätzlich zur Bauchlage der Kopf um 45° rechts-seitlich gedreht wurde [28]. Während Bauchlage kam es zu einem mittleren Anstieg des IOP von 12 auf 18 mmHg ( $p < 0,001$ ), und bei Seitdrehung des Kopfes erhöhte sich der Druck des unten liegenden Auges noch weiter. (Evidenzgrad 2b). Für Patienten der Intensivmedizin liegen hierzu keine Daten vor.

### Modifikationen der Bauchlagerung

Neben der kompletten Bauchlagerung (180°) wird auch die „inkomplette“ Bauchlagerung (135°) angewendet, da sie als nebenwirkungsärmer für den Patienten und besser durchführbar für die Pflegenden angesehen wird [12]. Bei korrekter Durchführung fanden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Lagerungsformen in der Inzidenz schwerer Komplikationen (Evidenzgrad 2b).

Bei Patienten mit schwerem ARDS war eine deutliche Steigerung der arteriellen Oxygenierung (definiert als eine Verbesserung um mehr als 20%) während kompletter Bauchlage signifikant häufiger als während 135°-Bauchlage ([12]; Evidenzgrad 2b). Die Kombination der Bauchlagerung mit Erhöhung des Oberkörpers führte in einer prospektiven randomisierten Studie zu einem signifikant stärkeren Effekt auf die Oxygenierung im Vergleich zur Bauchlagerung allein ([83]; Evidenzgrad 3).

**10 Die komplette Bauchlage hat einen stärkeren Effekt auf die Oxygenierung als die inkomplette Bauchlagerung und soll primär angewendet werden (Evidenzgrad 2b, Empfehlungsgrad A).**

**11 Die Erhöhung des Oberkörpers während Bauchlage kann zur Prävention der Beeinträchtigung anderer Organe (Augendruck, Hirndruck) sinnvoll sein (Evidenzgrad 3, Empfehlungsgrad 0).**

### Komplikationen während Bauchlagerung

Folgende Komplikationen wurden während Bauchlagerung beschrieben [12, 48, 74, 97]: Gesichtssödeme (20–30%), Druckulzera in den Bereichen Gesicht/Hornhaut, Becken, Knie (ca. 20%), „Nichttoleranz“ während Bauchlagerung (Husten, Pressen, Beatmungsprobleme ca. 20%), Herzrhythmusstörungen (ca. 5%), Mamillennekrosen, Druckulzera der Tibiavorderkante (Einzelberichte), Tubus- oder Katheterdislokationen (ca. 1–2%), Nervenschäden (zwei Kasustiken über Plexus-brachialis-Läsion; Evidenzgrad 2b). Die retrospektive Analyse der multizentrischen randomisierten Studie von Guerin durch Girard [42] wies ei-

ne höhere Inzidenz von Druckstellen und Hautulzera in der Bauchlagerungsgruppe (14,3/1000 Beatmungstage) im Vergleich zur Rückenlage auf (7,7/1000 Beatmungstage,  $p=0,002$ ; Evidenzgrad 2b). Die sichere Durchführung der Bauchlagerung bei Patienten mit extrakorporaler Lungenunterstützung (ECMO) wurde in einer retrospektiven Observationsstudie berichtet ([60]; Evidenzgrad 3).

**12 Bauchlagerung führt im Vergleich zur Rückenlagerung zu einer höheren Inzidenz von Druckulzera und Atemwegsproblemen, sodass eine besonders schonende Lagerung und sorgfältige Atemwegsicherung und -überwachung erfolgen sollen (Evidenzgrad 2, Empfehlungsgrad A).**

### Kontraindikationen zur Bauchlagerung

**13 Offenes Abdomen, Wirbelsäuleninstabilität, erhöhter intrakranieller Druck, bedrohliche Herzrhythmusstörungen und manifester Schock sind Kontraindikationen zur Bauchlagerung. Von diesen Kontraindikationen kann im Einzelfall nach Abwägung von Nutzen und Risiko und nach Absprache mit den beteiligten Fachdisziplinen abgewichen werden (Expertenkonsens, Empfehlungsgrad 0).**

### Anhang I: Bauchlagerung – Empfehlungen zur praktischen Durchführung

#### Bauchlagerung: praktische Durchführung

Jeder Lagerungsvorgang wird – in Abhängigkeit vom Körpergewicht des Patienten sowie von der Invasivität der Therapie (Drainagen, Katheter, Extensionen) – von drei bis fünf Pflegenden und einem Arzt durchgeführt [9, 86].

#### A) Vorbereitende Maßnahmen

1. Verwendung eines speziellen Antidekubitus-Matratzen-Systems zur Vermeidung/Reduktion von Druckulzera (Evidenzgrad 4, Empfehlungsgrad 0) bei erhöhtem Dekubitusrisiko (hochdosierte Katecholamintherapie, Adipositas, Kachexie, Kortikosteroidthe-

rapie; Evidenzgrad 3, Empfehlungsgrad 0).

2. Sicherung oder Verlängerung von Kathetern, Drainagen und künstlichem Luftweg. Prüfung, ob ein schwieriger Atemweg vorliegt, ggf. Ergreifung geeigneter Maßnahmen zur Sicherung des Luftwegs. Sicherung der wichtigsten Zugänge von der Person, die den Kopf des Patienten führt.
3. Einstellung der  $F_{I}O_2$  auf 1,0.
4. Unterbrechung der enteralen Ernährung, Entleerung des Magens via Sonde.
5. Vertiefung der Analgosedierung [Richmond Agitation Sedation Scale (RASS) Score  $\leq -2$ ], um Husten, Pressen oder Regurgitation zu vermeiden. Anpassung der Beatmung. Verringerung der Analgosedierung nach dem Lagerungsmanöver.

#### B) Durchführung

Überwachung mittels kontinuierlicher arterieller Blutdruckmessung während des Drehmanövers. Routine in der Technik zur Durchführung des Drehvorgangs ([9]; Evidenzgrad 4, Empfehlungsgrad B für alle beschriebenen Maßnahmen).

#### C) Nachbereitung

1. Komplettierung des Monitorings nach vollzogenem Lagerungsmanöver.
2. Anpassung der Beatmung ist im Sinne einer lungenprotektiven Strategie, Kontrolle nach Stabilisierungsphase (Evidenzgrad 3, Empfehlungsgrad B).
3. Druckentlastung im Kopfbereich, im Bereich des Beckens und der Knie. Sorgfältige Polsterung besonders dekubitusgefährdeter Stellen (Empfehlungsgrad A). Zusätzliche Umlagerung von Kopf und Armen in kürzeren Intervallen (Empfehlungsgrad 0).

#### D) Spezielle Aspekte zur Durchführung der Bauchlagerung

Die Anwendung der enteralen Ernährung während Bauchlagerung war in mehreren Studien unproblematisch (kein erhöhtes gastrales Residualvolumen oder eine erhöhte Inzidenz von Regurgitation) unter der Voraussetzung einer Applikation mit niedriger Flussrate ( $\leq 30$  ml/h, [80, 87]); dieses Vorgehen wird in einer systemati-

schen Analyse empfohlen [64]. Während Bauchlage ist die enterale Ernährung mit niedriger Flussrate ( $\leq 30$  ml/h) möglich; es werden aber regelmäßige Refluxkontrollen empfohlen (Evidenzgrad 2b, Empfehlungsgangrad B).

## Kontinuierliche laterale Rotationstherapie

### Rationale der KLRT

Kontinuierliche laterale Rotationstherapie (KLRT) bedeutet die kontinuierliche Drehung des Patienten um seine Längsachse in einem motorgetriebenen Bettssystem. Je nach System kann die Drehung bis zu einem Winkel von  $62^\circ$  zu jeder Seite erfolgen. Ziele der KLRT sind die Vermeidung von pulmonalen Komplikationen (Atelektasen, Pneumonie, pulmonaler Sekretstau [20]), die Reduktion der pulmonalen Inflammation im Gefolge von Trauma oder Infektion sowie die Verbesserung des pulmonalen Gasaustauschs bei beatmeten Patienten. Als Parameter hierfür gelten die Steigerung der Oxygenierung, die Inzidenz nosokomialer Pneumonien sowie die Dauer der maschinellen Beatmung und des Intensiv- oder Krankenhausaufenthalts. Indikationen für den Einsatz von KLRT umfassen sowohl prophylaktische (Vermeidung von Komplikationen) als auch therapeutische Aspekte (Verbesserung der pulmonalen Funktion).

### Kommentar

Die aktuellen Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut [75] stellt wegen „fehlender Konstanz“ der Studien und Metaanalysen fest: „Eine Therapie mit kinetischen Betten zur Prävention einer VAP (ventilator associated pneumonia) kann zur Zeit nicht empfohlen werden.“ Als Einschränkung zu dieser Empfehlung ist festzuhalten, dass zum Publikationszeitpunkt der KRINKO die prospektiven randomisierten Arbeiten von Staudinger et al. [93] und Simonis et al. [91] noch nicht erschienen waren.

Der Einsatz der KLRT bedarf einer gezielten Indikationsstellung und einer sicheren Handhabung, um unerwünschte

Wirkungen zu vermeiden. Nach Beginn dieser Maßnahme sollte das Fortbestehen der Indikation – wie bei anderen therapeutischen Maßnahmen auch – täglich überprüft werden.

### Effekte der KLRT auf Pneumonieinzidenz, Beatmungsdauer und Letalität

In zwei neueren prospektiven randomisierten Studien [91, 93] fand sich während KLRT eine Reduktion der Inzidenz der Infektion der Atemwege einschließlich der „ventilatorassoziierten Pneumonie“ (VAP) bei beatmeten Patienten im Vergleich zur Standardlagerung (Dekubitusprophylaxe; Evidenzgrad 1b). In der Studie von Staudinger et al. [93] waren darüber hinaus die Beatmungszeit (8 vs. 13 Tage,  $p=0,02$ ) und die Behandlungszeit auf der Intensivstation (25 vs. 39 Tage,  $p=0,01$ ) signifikant kürzer bei mit KLRT behandelten Patienten; die Letalitätsrate war nicht unterschiedlich. Die Studie von Simonis et al. an Patienten im kardiogenen Schock [91] zeigte neben der VAP-Reduktion eine signifikant höhere Einjahresüberlebensrate (59%) im Vergleich zu der Kontrollgruppe ohne KLRT (34%,  $p=0,028$ ; Evidenzgrad 1b).

**14 Der frühzeitige Einsatz der KLRT kann bei bestimmten Gruppen von beatmeten Patienten additiv zur Prävention von beatmungsassoziierten Pneumonien genutzt werden, allerdings sollten andere Maßnahmen (z. B. angepasste Analgosedierung, Mobilisierungskonzepte) hiervon nicht beeinflusst werden (Evidenzgrad 3, Empfehlungsgangrad B).**

Die Behandlungsdauer auf der Intensivtherapiestation war in drei von acht randomisierten Studien im Vergleich zu konventionell behandelten Patienten kürzer (Evidenzgrad 1b). Die Dauer des Krankenhausaufenthalts wurde durch KLRT in einer prospektiven randomisierten Studie verkürzt ([93]; Evidenzgrad 1a), in anderen Studien mit teils eingeschränkter Qualität hingegen nicht (Übersicht in: [44, 100]; Evidenzgrad 3).

### Effekte der KLRT auf die pulmonale Funktion

Die KLRT verbessert den pulmonalen Gasaustausch bei Patienten mit akuter respiratorischer Insuffizienz (Evidenzgrad 2b; [39, 92]). Insbesondere bei Polytraumapatienten mit pulmonaler Beteiligung konnte die frühzeitige KLRT das Auftreten eines ARDS verhindern bzw. die Oxygenierung verbessern – im Vergleich zur Bauchlagerung allerdings deutlich abgeschwächt ([11, 14, 44]; Evidenzgrad 2b). Die KLRT reduzierte in einer randomisierten Studie bei Traumapatienten die pulmonale posttraumatische Inflammationsreaktion (Reduktion der pulmonalen und der systemischen proinflammatorischen Zytokine TNF, IL-6) und führte im Vergleich zu in Rückenlage behandelten Patienten zur geringeren Organfunktionsstörung bis zum fünften posttraumatischen Tag (14; Evidenzgrad 2b).

**15 Die kontinuierliche laterale Rotationstherapie soll bei Patienten mit ARDS ( $p_aO_2/F_iO_2 < 150$ ) nicht eingesetzt werden (Empfehlungsgangrad A).**

Bei Kontraindikationen zur Bauchlage kann der Einsatz der KLRT zur Verbesserung der Oxygenierung erwogen werden (Evidenzgrad 3, Empfehlungsgangrad 0).

### Zeitpunkt und Dauer der KLRT – Winklereinstellungen

**16 Wenn die KLRT zur Therapie der Oxygenierungsstörung eingesetzt wird, dann sollte die Indikation zur Fortführung täglich anhand der Verbesserung der Oxygenierung (wie bei Bauchlage) überprüft werden.**

Die KLRT sollte beendet werden bei Stabilisierung des Gasaustauschs in Rückenlage ohne Rotation, oder wenn eine kontinuierliche Anwendung über 48 h bis maximal 72 h erfolglos geblieben ist (Evidenzgrad 3, Empfehlungsgangrad B).

### Beatmungseinstellung während KLRT und Dauer der KLRT

**17 Für die Beatmung während KLRT sollen die Prinzipien einer lungenpro-**

tektiven Beatmungsstrategie gelten (Evidenzgrad 2b, Empfehlungsgrad A).

### Komplikationen und Wechselwirkungen der KLRT

Folgende Komplikationen wurden während KLRT beschrieben: Druckulzera, „Nichttoleranz“ (Husten, Pressen, Beatmungsprobleme), Kinetose, Katheterdislokationen, Nervenschäden [44]. In einer prospektiven Observationsstudie an 20 „hämodynamisch stabilen“ Patienten wurden keine Veränderungen von Herzfrequenz und Blutdruck während KLRT registriert ([8]; Evidenzgrad 3). Bei hämodynamisch instabilen Patienten wird häufig eine Reduktion des Blutdrucks in steiler Seitenlage (meistens in Rechtsseitenlage) beobachtet (Evidenzgrad 2b).

**18 Zur Durchführung der KLRT bei Patienten mit akuten zerebralen Läsionen gelten die gleichen Kriterien wie bei der Bauchlage. Solche Patienten sollten mittels einer kontinuierlichen Hirndruckmessung überwacht werden (Evidenzgrad 3b, Empfehlungsgrad 0) und können in mäßiger Oberkörperhochlagerung (Schrägstellung des Bettsystems) positioniert werden.**

**19 Bei schwer verletzten Patienten gilt es, individuell die Abwägung zwischen einem möglichen Schaden durch die KLRT und dem zu erwartenden Nutzen vorzunehmen (Evidenzgrad 4, Empfehlungsgrad 0).**

### Kontraindikationen KLRT

Als Kontraindikationen zur KLRT gelten die instabile Wirbelsäule, das akute Schocksyndrom und ein Körpergewicht > 159 kg (lt. Firmenangaben).

### Anhang II: Kontinuierliche laterale Rotationstherapie – Empfehlungen zur praktischen Durchführung

- Sorgfältige Lagerung und besondere Schutzmaßnahmen für druckgefährdete Regionen (Kopf/Hals, Ohrmuscheln, Becken, Knie, N. brachialis, N. peroneus; Evidenzgrad 4, Empfehlungsgrad B).
- Manuelle „Probedrehung“ vor jedem Start des Systems.

- Start mit kleinen Drehwinkeln, dann Steigerung.
- Abstimmung aller pflegerischen und ärztlichen Maßnahmen, um optimale Rotationszeiten (18–20 h/Tag) zu erreichen (Evidenzgrad 4, Empfehlungsgrad 0).
- Befestigung des Druckaufnehmers am Bettsystem auf Herzhöhe in der medianen Achse für invasive, kontinuierliche Blutdruckmessung.
- Einsatz auch in Kombination mit extrakorporaler Lungenunterstützung möglich (Evidenzgrad 3, Empfehlungsgrad 0).
- Reduktion der Drehwinkel bei ausgeprägter Kreislaufinsuffizienz in Seitenposition (Empfehlungsgrad 0).

### Seitenlagerung für Patienten mit pulmonalen Störungen

#### Rationale der Seitenlagerung

Als Seitenlagerung wird eine Lagerung bezeichnet, bei der eine Körperseite unterstützt und angehoben wird bis zu einem Winkel von 90°. Neben der Entlastung von Auflagepunkten (Dekubitusprophylaxe) sollen pulmonale Komplikationen verhindert und der pulmonale Gasaustausch verbessert werden. Dies geschieht durch häufiges Umlagern oder spezielle Seitenlagerung bei unilateraler Lungenschädigung. Von Vorteil ist die Einfachheit der Maßnahme, die mit geringem zusätzlichem Aufwand jederzeit durchgeführt werden kann.

#### Physiologische Effekte und Nebenwirkungen der Seitenlagerung bei Patienten ohne Lungenschaden

Untersucht wurden Auswirkungen auf Hämodynamik und Gasaustausch, bei überwiegend postoperativen, lungengesunden Patienten. In Spontanatmung bei Lungengesunden fanden sich nur geringe Veränderungen der Ventilation und Hämodynamik. In Linksseitenlage kam es im Vergleich zur Rechtsseitenlage zu einer größeren Heterogenität der Verteilung der Ventilation (Evidenzgrad 4). Bei beatmeten Patienten begünstigte Seitenlage die Perfusion in Richtung ventraler Lun-

genabschnitte ([13]; Evidenzgrad 3). Die Messung der Hämodynamik bei Seitenlagerung war anfällig für Artefakte, insbesondere bei der Festlegung des Referenzpunkts (Evidenzgrad 4).

Bei postoperativ beatmeten Patienten ohne akute respiratorische Insuffizienz ist die Gesamt-Compliance des respiratorischen Systems in Seitenlage vs. Rückenlage vermindert ([88, 101]; Evidenzgrad 4). Bei postoperativ beatmeten lungengesunden Patienten ohne akute respiratorische Insuffizienz, ohne Atelektasen und mit hohem Tidalvolumen verbesserte Seitenlage (45°–90°) den pulmonalen Gasaustausch im Vergleich zur Rückenlage nicht ([102, 103]; Evidenzgrad 2b).

**20 Bei der Beatmung von Patienten ohne Lungenschädigung ist eine Seitenlagerung ausschließlich zur Prävention pulmonaler Komplikationen nicht sinnvoll (Evidenzgrad 2b, Empfehlungsgrad B).**

#### Indikationen und Effekte der Seitenlagerung bei Patienten mit Lungenschädigung

##### Bilaterale Lungenschädigung

Die KLRT mit geringem Drehwinkel  $\leq 40^\circ$  und die intermittierende, zweistündliche Seitenumlagerung hatten den gleichen Effekt auf den Gasaustausch, wobei unter KLRT eine höhere Sekretmobilisation beobachtet wurde (Evidenzgrad 2b).

**Die Effekte einer intermittierenden Seitenlagerung oder KLRT bis zu einem Drehwinkel  $< 40^\circ$  auf den pulmonalen Gasaustausch sind nicht ausreichend belegt. Bei Patienten mit akuter bilateraler Lungenschädigung (ARDS) zeigt die KLRT bis  $40^\circ$  keine Überlegenheit gegenüber der intermittierenden Seitenlagerung hinsichtlich Verbesserung der Oxygenierung (Evidenzgrad 2b).**

**21 In Seitenlage sollte besonders auf die korrekte Positionierung und Interpretation invasiv gemessener Blutdruckwerte geachtet werden (Evidenzgrad 3, Empfehlungsgrad B).**

##### Unilaterale Lungenschädigung

Sowohl in Spontanatmung als auch bei maschineller Beatmung verbessert Seitenlage die Oxygenierung, wenn die gesunde Lunge unten gelagert wird („good

lung down“; [37, 103]; Evidenzgrad 4). Allerdings kann es bei einem sehr hohen „closing volume“ besser sein, die erkrankte Lunge nach unten zu lagern (Evidenzgrad 2b). Effekte sind insbesondere bei Pneumonie, aber nicht bei zentralen Obstruktionen, wie z. B. Karzinom, zu erwarten (Evidenzgrad 4).

**22 Bei der Beatmung von Patienten mit unilateraler Lungenschädigung ist eine Seitenlage von ca. 90° mit der gesunden Seite nach unten („good lung down“) zur Verbesserung des Gasaustauschs zu empfehlen (Evidenzgrad 2b, Empfehlungsgrad B).**

## Oberkörperhochlagerung

### Definitionen der Oberkörperhochlagerung

Die Durchführung der Oberkörperhochlagerung erfolgt in den verschiedenen Untersuchungen auf unterschiedliche Art und Weise; eine einheitliche Definition besteht nicht. Es wurden unterschiedliche Positionen untersucht, die sich zwischen der *klassischen Sitzposition* mit Beugung der Hüft- und Kniegelenke einerseits und der *Anti-Trendelenburg-Lagerung* genannten Kippung des gesamten, flach liegenden Patienten andererseits einordnen lassen. Dazu gehört ebenfalls die „Herz-Bett-Lagerung“, zu deren Auswirkungen auf Hämodynamik und Lungenfunktion keine Daten vorliegen. Unter der *halbsitzenden Position* wird eine Position verstanden, in der bei gebeugten Hüft- und gestreckten oder gebeugten Kniegelenken der Oberkörper und Kopf des Patienten gegenüber den flach liegenden unteren Extremitäten um eine definierte Gradzahl angehoben wird. Gemeinsam ist allen Modifikationen der Oberkörperhochlagerung die Tatsache, dass der Oberkörper oberhalb des Niveaus des Körperstamms positioniert ist, wobei der Winkel mindestens 30° beträgt. Bezüglich des Effekts der Oberkörperhochlagerung auf zerebrale Funktionen und des Einsatzes bei zerebralen Störungen wird auf entsprechende Empfehlungen verwiesen [7].

## Effekte und Auswirkungen der Oberkörperhochlagerung auf die Lunge

### Auswirkungen auf den gastroösophagealen Reflux und pulmonale Aspiration

Die Aspiration von bakteriell kontaminierten Sekreten des oberen Magen-Darm-Trakts und des Pharynx wird allgemein als Risikofaktor und Auslöser für die Entwicklung einer nosokomialen und ventilatorassoziierten Pneumonie (VAP) angesehen. Folgerichtig sollten Maßnahmen, die zu einer Abnahme des gastroösophagealen Refluxes und einer Reduktion der oropharyngealen Sekretmenge führen, mit einer geringeren Inzidenz nosokomialer Pneumonien und VAP einhergehen ([4, 58, 73]; Evidenzgrad 3).

Es liegen Untersuchungen an orotracheal intubierten Patienten ohne bekannte Risikofaktoren für einen gastroösophagealen Reflux vor. Alle Patienten waren mit einer nasogastralen Sonde versorgt; ein Teil wurde enteral ernährt. Es wurde eine Stressblutungsprophylaxe durchgeführt und der endotracheale „Cuff“-Druck kontrolliert ( $> 25 \text{ cm H}_2\text{O}$ ). Bei diesen Patienten führte eine 45°-Oberkörperhochlagerung zu einer Verzögerung des gastroösophagealen Refluxes und zu einer Abnahme, aber nicht vollständigen Vermeidung der pulmonalen Aspiration pharyngealer Sekrete, verglichen mit einer flachen Rückenlagerung (Evidenzgrad 2b).

In zwei prospektiven randomisierten Studien (z. B. [30]) wurde unter Anwendung der 45°-Oberkörper-Hochlagerung eine signifikante Reduktion der VAP im Vergleich zur flachen Rückenlage gesehen (Evidenzgrad 2b), allerdings wurden diese beiden Studien bezüglich ihres Designs und der Methode erheblich kritisiert [73]. Weitere Studien zur Durchführbarkeit und zum Effekt der 45°-Lagerung [10, 66, 85] zeigten auf, dass die exakte Einhaltung der Lagerung in der klinischen Praxis in der Regel nicht durchführbar und ein Zielwinkel von 45° nicht zu erreichen war (Evidenzgrad 2a).

Eine systematische Analyse und Bewertung der drei randomisierten Studien zum Einfluss der Oberkörperhochlagerung auf die VAP-Inzidenz mittels Delphi-Methode [73] fand wegen der Hetero-

genität der Studien keine eindeutige Evidenz für die Anwendung einer 45°-Oberkörperhochlagerung.

**23 Die bevorzugte grundsätzliche Lagerungsform für intubierte Patienten ist die Oberkörperhochlagerung von 20–45°, vorzugsweise  $\geq 30^\circ$ , unter Beachtung von Einschränkungen (Evidenzgrad 3, Empfehlungsgrad B).**

### Auswirkungen auf den pulmonalen Gasaustausch

In zwei prospektiven Studien bei ARDS-Patienten führte die Oberkörperhochlagerung (20–45°) bei 32 % der untersuchten Patienten zu einer Steigerung der Oxygenierung ( $> 20\%$  gegenüber flacher Rückenlage) und zu einer Erhöhung des Lungenvolumens ([27, 53]; Evidenzgrad 2b). In einer ähnlichen „Cross-over“-Studie an 24 beatmeten Patienten mit erschwertem Weaning kam es in 45°-Lagerung zu einer signifikanten Reduktion der Atemarbeit. Der Komfort wurde in dieser Position von den Patienten als am höchsten angegeben; eine Auswirkung auf eine Verkürzung des Weaning-Prozesses wurde nicht gesehen ([29]; Evidenzgrad 2b).

**24 Die Oberkörperhochlagerung (20–45°) kann bei Patienten mit ARDS zu einer Verbesserung von Oxygenierung und Atemmechanik beitragen (Evidenzgrad 2b, Empfehlungsgrad B).**

**25 Im Rahmen der schwierigen Entwöhnung von mechanischer Beatmung (ohne Vorliegen einer COPD) sollte die Oberkörperhochlagerung (45°) eingesetzt werden, um die Atemarbeit zu senken und den Komfort des Patienten zu erhöhen (Evidenzgrad 2b, Empfehlungsgrad B).**

## Oberkörperhochlagerung bei Adipositas

In einer prospektiven Kohortenstudie an 30 beatmeten Patienten mit Adipositas ( $\text{BMI} > 35 \text{ kg/m}^2$ ) zeigten sich während sitzender Position ( $> 45^\circ$ ) im Vergleich zur liegenden Position eine signifikante Reduktion der expiratorischen Flusslimitierung (Verbesserung des Gasflusses) und ein Abfall des Auto-PEEP. Diese Effekte waren bei einer Kontrollkohorte (15 Patienten mit  $\text{BMI} < 30 \text{ kg/m}^2$ ) nicht

nachweisbar (Übersicht in: [62]; Evidenzgrad 2b).

**26 Bei Patienten mit schwerer Adipositas soll die flache Rückenlage vermieden werden (Evidenzgrad 4, Expertenkonsens). Bei beatmeten Patienten mit schwerer Adipositas (BMI > 35 kg/m<sup>2</sup>) kann die Oberkörperhochlagerung (> 45°) zu einer Verbesserung der Atemmechanik beitragen (Evidenzgrad 2b, Empfehlungsgrad 3).**

Bei nichtinvasiv-assistiert-beatmeten COPD-Patienten führte die Oberkörperhochlagerung im Vergleich zur Rückenlage oder der seitlichen Lagerung zu keinen Veränderungen der Lungenvolumina, des Atemmusters, der Atemarbeit oder des Gasaustauschs. Bei Patienten mit klinisch bedeutsamer dynamischer Überblähung kommt es in sitzender Lagerung möglicherweise zu einer Verschlechterung der diaphragmalen Aktivität, sodass die Ventilation in Rückenlage effektiver sein kann (Evidenzgrad 4).

**27 Bei spontan atmenden oder nichtinvasiv-assistiert-atmenden Patienten mit COPD kann die Lagerung gemäß dem individuellen Wunsch des Patienten erfolgen, da die Effekte einer 45°-Oberkörperhochlagerung auf die Atemarbeit hier nicht ausreichend belegt sind (Evidenzgrad 4, Empfehlungsgrad 0).**

### Auswirkungen auf die Hämodynamik

Die halbsitzende Position kann durch eine Verminderung des venösen Rückstroms zum Herzen zu einer Reduktion des Herzzeitvolumens, des Blutdrucks und der peripheren Sauerstoffversorgung führen.

In einer prospektiven randomisierten Cross-over-Studie an 200 hämodynamisch stabilen beatmeten Patienten unterschiedlicher Grunderkrankungen [43] führte die Positionsveränderung des Oberkörpers von 0° auf 45° zu einer signifikanten Reduktion von mittlerem arteriellem Druck und zentralvenöser Sauerstoffsättigung; dieser Effekt war bei 30° geringer ausgeprägt. In einer Multivariationsanalyse wurden folgende unabhängige Faktoren für die Entwicklung einer Hypotension im Rahmen der 45°-Lagerung identifiziert: kontrollierte Beatmung (im Vergleich zur unterstützten Spontanat-

mung), Analgosedierung, erhöhter Bedarf an Vasopressoren, hoher PEEP, hoher SAPS-II-Score (Evidenzgrad 1b).

**Die Oberkörperhochlagerung (45°) kann unter bestimmten Bedingungen eine signifikante Hypotension induzieren. Als Risikofaktoren hierfür gelten die kontrollierte Beatmung (im Vergleich zur unterstützten Spontanatmung), die kontinuierliche Analgosedierung, ein erhöhter Bedarf an Vasopressoren, ein hoher PEEP und ein hoher SAPS-II-Score (Evidenz Grad 2b).**

**28 Bei Vorliegen dieser Konstellation(en) wird die Oberkörperhochlagerung von 45° nicht empfohlen. Eine maximale Oberkörperhochlagerung von 30° sollte bei solchen Patienten durchgeführt werden (Evidenzgrad 2b, Empfehlungsgrad B).**

### Oberkörperhochlagerung und intraabdomineller Druck

Mehrere Studien [67, 84, 90] beschrieben an Intensivpatienten (37 bis 120 Patienten) eine Erhöhung des intraabdominellen Drucks (abgeleitet über die Harnblase) im Rahmen zunehmender Oberkörperhochlagerung, wobei bei 45°-Lagerung keine kritischen Werte (> 15 mmHg) erreicht wurden (Evidenzgrad 3). In diesen Gruppen befanden sich keine Patienten mit bestehender abdomineller Erkrankung bzw. nachgewiesener intraabdomineller Druckerhöhung. Eine Übersicht und Bewertung dieser Studien [59] setzte sich kritisch mit der Wertigkeit der Blasendruckmessung im Rahmen der Oberkörperhochlagerung auseinander.

**Die Oberkörperhochlagerung mit Beugung der Hüfte kann einen Anstieg des (über die Harnblase abgeleiteten) intraabdominellen Drucks bewirken (Evidenzgrad 3).**

**29 Bei Patienten mit abdominellen Erkrankungen oder schwerer Adipositas sollte für die Oberkörperhochlagerung die Anti-Trendelenburg-Lagerung ohne Beugung der Hüfte bevorzugt werden (Evidenzgrad 3, Empfehlungsgrad B).**

### Oberkörperhochlagerung und Auftreten von Druckgeschwüren in abhängigen Geweben

Bei gesunden Probanden wurde in einer prospektiven Cross-over-Studie unter Varianz der Oberkörperlagerung (0°–75°) der Druck auf die abhängigen Gewebe (im Sakrumbereich) gemessen [78]. Es zeigte sich eine signifikante und kritische Erhöhung (> 32 mmHg) im sakralen Bereich ab einer Oberkörperhochlagerung ab 45°. Auch bei 30°-Lagerung wurde eine signifikante, aber weniger ausgeprägte Druckerhöhung gemessen (Evidenzgrad 3). Bei beatmeten oder kritisch kranken Intensivpatienten liegen keine Untersuchungen vor.

**Die Oberkörperhochlagerung > 30° mit Beugung der Hüfte kann im Bereich des Sakrums zu einer kritischen Erhöhung des Drucks auf die Haut führen.**

**30 Bei kritisch kranken Intensivpatienten wird empfohlen, die Beugung der Hüfte während Oberkörperhochlagerung mittels Anti-Trendelenburg-Lagerung zu reduzieren (Evidenzgrad 3, Empfehlungsgrad 0).**

### Ungeeignete Lagerungsformen in der Intensivmedizin

Zwei Lagerungsformen, nämlich die Rückenlage und die Trendelenburg-Lagerung, sind für die dauerhafte Anwendung bei kritisch Kranken in besonderer Weise ungeeignet und sollen nur in speziellen Situationen – z. B. kardiopulmonale Reanimation, Volumenmangelschock, ZVK-Anlage – angewendet werden. Allerdings ist auch der Lagerungswunsch des Patienten bei der Lagerungstherapie zu berücksichtigen.

### Flache Rückenlagerung

Unter Rückenlagerung versteht man eine Lagerung, bei welcher der Patient flach und horizontal auf dem Rücken liegt.

Wird ein Normalgewichtiger in die flache Rückenlagerung verbracht, kommt es zu einem gesteigerten venösen Rückfluss zum Herzen. Herzzeitvolumen, pulmonaler Blutfluss und arterieller Blutdruck steigen; die funktionelle Residualkapazität (FRC) nimmt ab; das Zwerchfell wird durch das Abdomen komprimiert und in

seiner Beweglichkeit eingeschränkt. Anästhesie, Analgosedierung oder Muskelrelaxierung verstärken die unerwünschten Effekte. Die reduzierte FRC führt auch zum Kollaps kleiner Atemwege, zur Atelektasenbildung und zu eingeschränktem pulmonalen Gasaustausch.

Insbesondere für fettleibige Patienten kann die flache Rückenlage gefährlich sein. Sie kann zu akuter Herzinsuffizienz, Atemstillstand und ausgeprägten pulmonalen Gasaustauschstörungen führen. Der Tod von extrem Fettleibigen infolge flacher Rückenlage wird als „obesity supine death syndrome“ bezeichnet [62].

**31 Die flache Rückenlage sollte bei kritisch kranken Patienten wegen der zahlreichen ungünstigen Effekte auf Hämodynamik und pulmonalen Gasaustausch nicht angewendet werden (Evidenzgrad 3, Empfehlungsgrad B)**

Wenn die Anwendung der flachen Rückenlagerung für spezielle medizinische oder pflegerische Maßnahmen zwingend erforderlich ist, soll sie auf eine möglichst kurze Zeitspanne begrenzt werden (Evidenzgrad 4, Empfehlungsgrad A).

## Trendelenburg-Lagerung

Die Trendelenburg-Lagerung ist eine Variante der flachen Rückenlage, bei der der Kopf durch Schrägstellung des Bettes die tiefste Position des Körpers einnimmt.

Die Trendelenburg-Lagerung ist eine erhebliche Belastung für das respiratorische und kardiovaskuläre System des kritisch kranken Patienten. Die Trendelenburg-Lagerung führt zu einer Vielzahl physiologischer/pathophysiologischer Veränderungen: Erhöhung des Schlagvolumens des Herzens, des zentralen Venen- und pulmonalarteriellen Drucks, des systemvaskulären Widerstands, des rechts- und linksventrikulären endsystolischen Volumenindex, des Herzzeitvolumens und des intrathorakalen Blutvolumens sowie zu herabgesetztem zerebralen Blutfluss, zu herabgesetzter systemischer Oxygenierung und einem Anstieg des arteriellen Kohlendioxidpartialdrucks. Die FRC fällt ab; es kommt zu Atelektasenbildung.

Die Trendelenburg-Lagerung ist für den Fettleibigen die riskanteste Lagerungsform [62]. Sie soll beim spontan

atmenden, wachen adipösen Patienten nicht angewendet werden. Für anästhesiologische und intensivmedizinische Interventionen (z. B. die Anlage zentralvenöser Katheter etc.) soll der Fettleibige nicht in die Trendelenburg-Position verbracht werden.

**32 Die Trendelenburg-Lagerung sollte bei kritisch kranken Patienten wegen der zahlreichen ungünstigen Effekte auf Hämodynamik, pulmonalen Gasaustausch und Atemmechanik nicht angewendet werden (Evidenzgrad 3, Empfehlungsgrad B).**

Wenn die Anwendung der Trendelenburg-Lagerung für spezielle medizinische oder pflegerische Maßnahmen zwingend erforderlich ist, soll sie auf eine kurze Zeitspanne begrenzt werden (Evidenzgrad 4, Empfehlungsgrad A).

**33 Bei fettleibigen Patienten sollte die Trendelenburg-Lagerung grundsätzlich vermieden werden (Evidenzgrad 3a, Empfehlungsgrad A).**

## Frühmobilisation

Der Begriff Mobilisation beschreibt Maßnahmen am Patienten, die passive oder aktive Bewegungsübungen einleiten und/oder unterstützen und das Ziel haben, die Bewegungsfähigkeit zu fördern und/oder zu erhalten. Lagerung hingegen bedeutet die Veränderung von Körperpositionen mit dem Ziel der Einwirkung auf schwerkraftbedingte Effekte [3, 45, 57, 63].

**Unter Frühmobilisation wird der Beginn der Mobilisation innerhalb von 72 h nach Aufnahme auf die Intensivstation verstanden.**

## Elemente der Mobilisation

Maßnahmen zur Mobilisation werden in drei Bereiche eingeteilt: die passive Mobilisation, die assistierte aktive Mobilisation und die aktive Mobilisation [3, 31, 32, 49, 57, 63, 77, 89]. Diese drei Bereiche lassen sich folgendermaßen gliedern:

- passive Mobilisation:
  - passive Bewegungen aller Extremitäten in alle physiologischen Richtungen,
  - passives „cycling“ (Bettfahrrad),
  - passive vertikale Mobilisation (Kippstisch, Stehbrett),

- passiver Transfer in Rehasstuhl,
- assistierte aktive Mobilisation:
  - aktive Bewegungsübungen in Rückenlage mit manueller Unterstützung,
  - selbstständige Mobilisation im Bett (aufrechtes Hinsetzen, Drehen),
  - Balancetraining,
  - assistiertes Cycling,
- aktive Mobilisation:
  - Sitzen an der Bettkante, Rumpfkontrolle,
  - aktive Mobilisation in den Stand,
  - Stehversuch, Gehübungen im Stehen,
  - Gehen mit und ohne Gehhilfe,
  - aktives Cycling,
  - isotonische Bewegungsübungen mit Hilfsmittel.

## Ziele der Mobilisation

Allgemeine Ziele der Mobilisation sind es, Bewegungsfähigkeit zu fördern und zu erhalten sowie die Effekte der Immobilisierung zu verhindern und/oder zu reduzieren. *Immobilisierung* bedeutet die Ruhigstellung von Körperteilen oder des gesamten Körpers zu Behandlungszwecken oder zur Schonung („Bettruhe“). Unerwünschte Effekte der Immobilisierung sind ein generelles „deconditioning“, die Entwicklung einer Schwäche, schnellen Ermüdbarkeit und Atrophie der muskulären Atempumpe und der Skelettmuskeln, die Entwicklung psychokognitiver Defizite und Delir, die Entstehung von lagerungsbedingten Haut- und Weichteilschäden sowie die Reduktion der hämodynamischen Reagibilität [18, 65].

Die konkreten *Ziele der Mobilisation* bestehen in einer Verbesserung/einem Erhalt der Skelett- und Atemmuskelfunktion, der Steigerung der hämodynamischen Reagibilität, der Verbesserung der zentralen und der peripheren Perfusion und des Muskelstoffwechsels, der Steigerung der kognitiven Kompetenz und des psychischen Wohlbefindens, der Reduktion von Inzidenz und Dauer des Delirs, der Reduktion von lagerungsbedingten Hautulzerationen, und insgesamt – im Vergleich zu nichtfrühmobilisierten Patienten – in einer Verbesserung der späteren gesundheitsbezogenen Lebensqualität [3, 45, 57, 63, 89].

**Tab. 2** Komponenten für einen Algorithmus „Frühmobilisation“

Patient	Hilfsmittel	Verfahren	Ziel
Eingeschränkte Vigilanz (RASS $\geq -3$ )	–	Passives Bewegen Passives „cycling“	Prophylaxe von Gelenkkontrakturen und Muskelabbau
Zunehmende Vigilanz (RASS –3 bis –1)	Mobilisationsstuhl Kipptisch	Aktivierendes Sitzen im Bett Bewegen der Extremitäten gegen Schwerkraft Vertikale Mobilisation Passives Cycling (Passiver) Transfer in Mobilisationsstuhl	Prophylaxe von „deconditioning“ und Delir
Vigilanzrückkehr (RASS $\geq 0$ )	Mobilisationsstuhl	Aktives Cycling (Aktiver) Transfer in Mobilisationsstuhl	Prophylaxe von Deconditioning, Delir und Lungenfunktionsstörungen
Keine schwerwiegende hämodynamische Instabilität	Mobilisationsstuhl	Stehen vor dem Bett Gehübungen im Stehen	Prophylaxe von Deconditioning, Delir und Lungenfunktionsstörungen
	Gehhilfen	Gehen mit und ohne Gehhilfe	

Die wesentlichen Ausgangsbedingungen des Patienten, die zu verwendenden Hilfsmittel, die geeigneten Verfahren und Zielformulierungen sind ohne eindeutige Zuordnung aufgeführt. Die Zuordnung ergibt sich aus den zur Verfügung stehenden Personal- und Hilfsmitteln der jeweiligen Intensivtherapiestation. Die angeführten Maßnahmen verstehen sich als Beispiele ohne Anspruch auf Vollständigkeit. Weitere Hinweise sind zu finden beim Deutschen Netzwerk Frühmobilisierung (<http://www.frühmobilisierung.de>).

### Effekte der Frühmobilisation auf den Therapieerfolg

Bei der Erfassung und Beurteilung der Effekte der Frühmobilisation auf das Outcome werden unterschiedliche relevante Parameter herangezogen. Hierzu gehören: körperlich-funktionelles Outcome, periphere Muskelkraft, Funktion der muskulären Atempumpe, neurokognitive Kompetenz, „ventilator-free days“, ICU-Aufenthalt, Hospitalaufenthalt, Letalität, „quality of life“ und Entlassung nach Hause.

Morris et al. [69] fanden eine signifikant kürzere Behandlungsdauer auf der Intensivstation und im Krankenhaus sowie einen Trend zu kürzeren Behandlungskosten bei frühmobilisierten Patienten. Bei Burtin et al. [19] wurden nach Frühmobilisation eine signifikant höhere Muskelkraft des M. quadriceps femoris sowie ein signifikant höherer Status funktioneller Unabhängigkeit (SF-36) nach Entlassung gefunden. Schweickert et al. [89] beschreiben eine signifikant größere Gehstrecke nach Intensivbehandlung, einen signifikant höheren Barthel-Index, einen signifikant höheren Status funktioneller Unabhängigkeit (SF-36), eine kürzere Beatmungsdauer während Intensivbehandlung und einen Trend zur höheren Entlassungswahrscheinlichkeit nach Hause in der Frühmobilisationsgruppe (alle Evidenzgrad 2b). Andere prospektive

randomisierte Studien mit eingeschränkter Qualität [16, 21, 22, 71] betonen andere Outcome-Befunde: Chen et al. [22] erfassten in einer sehr kleinen Patientengruppe eine niedrigere Einjahresletalität in der Frühmobilisationsgruppe. Cuesy et al. [26] fanden bei Patienten nach Schlaganfall eine signifikante Reduktion der Inzidenz nosokomialer Pneumonien bei der Patientengruppe, welche frühzeitig eine passive Mobilisation („turn-mob“) erfuhr. Nava et al. [71] untersuchten den Effekt der Frühmobilisation auf die 6-min-Gehstrecke bei Patienten mit COPD. Die Patienten der Gruppe mit Frühmobilisation wiesen eine signifikant größere Strecke auf (alle Evidenzgrad 3).

**34 Grundsätzlich soll die Frühmobilisation bei allen intensivmedizinisch behandelten Patienten durchgeführt werden, für die keine Ausschlusskriterien gelten (Evidenzgrad 2b, Empfehlungsgrad A).**

### Patientenbezogene Voraussetzungen/Eignung zur Mobilisation

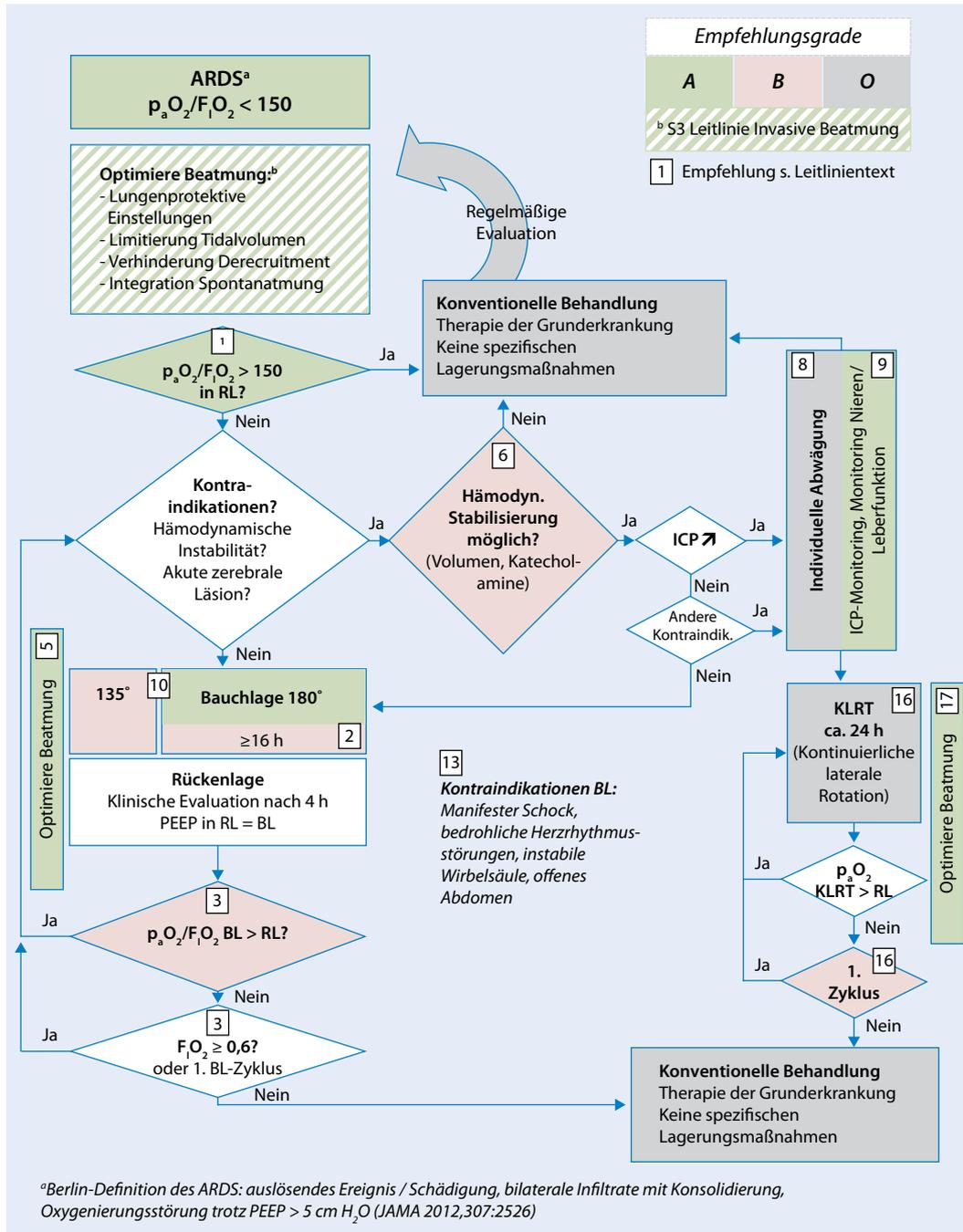
Bourdin et al. [17] erfassten 275 Interventionen systematisch, bei denen in 33 % beatmete Patienten mobilisiert wurden. Das Heraussetzen in den Stuhl (56 % der Maßnahmen) war mit einer signifikanten Reduktion von Herz- und Atemfrequenz verbunden; mittlerer arterieller Blutdruck und arterielle Sauerstoffsättigung (Puls-

oxymetrie) blieben unverändert. Das Verbringen in den Stand (25 %) und das Gehen (11 %) wurden mit Herz- und Atemfrequenzanstieg und einem signifikanten Abfall der arteriellen Sauerstoffsättigung beantwortet (Evidenzgrad 2b). Kasotakis et al. [56] stellten einen *Surgical Intensive Care Unit Optimal Mobility Score* vor, der vor Mobilisierung den Ausschluss schwerwiegender Organfunktionsstörungen und die Eignung zur Mobilisierung erfasste. In einer prospektiven Studie erwies sich dieser Score als besser geeignet – im Vergleich zu anderen generellen Scores (Comorbidity Index, APACHE) – die Eignung zur Mobilisation festzustellen (Evidenzgrad 3).

**35 Zur Frühmobilisation sollen folgende Voraussetzungen vorliegen oder geschaffen werden:**

- angepasste, Score-gesteuerte (z. B. RASS) Symptomkontrolle von Schmerz, Angst, Agitation und Delir entsprechend S3 Leitlinie „Analgesedierung“;
- ausreichende respiratorische Reserve;
- ausreichende kardiovaskuläre Reserve.

**Als Anhaltspunkte hierfür dienen: mittlerer arterieller Blutdruck > 65 oder < 110 mmHg, systolischer Blutdruck < 200 mmHg, Herzfrequenz > 40 oder < 130/min, arterielle Sauerstoffsättigung**



**Abb. 1** ◀ Algorithmus der Lagerungstherapie. ARDS „(adult) acute respiratory distress syndrome, BL Bauchlage, ICP „intracranial pressure“ (intrakranieller Druck), KLRT kontinuierliche laterale Rotationstherapie,  $p_aO_2/F_iO_2$  Horowitz-Quotient aus arteriellem Sauerstoffpartialdruck ( $p_aO_2$ ) und inspiratorischer Sauerstofffraktion ( $F_iO_2$ ), PEEP „positive end-expiratory pressure“ (positiver endexpiratorischer Druck), RL Rückenlage

gung (Pulsoxymetrie)  $\geq 88\%$ , keine höherdosierte Vasopressorentherapie.

Wenn sich unter laufender Mobilisierung eine kardiopulmonale Instabilität entwickelt, soll die Übungseinheit bis zur Stabilisierung unterbrochen oder in adaptiertem Maß durchgeführt werden (Evidenzgrad 2b, Empfehlungsgrad A).

### Kriterien zur Überprüfung der Durchführbarkeit/ Kontraindikationen oder Abbruchkriterien zur (Früh-)Mobilisation

Klar definierte Ausschlusskriterien zur Frühmobilisation sind in der Literatur nicht benannt. Allerdings sollte bei bestimmten akuten Situationen die Voraussetzung zur Mobilisation symptomadaptiert evaluiert werden. Beispielpfhaft in der

Literatur beschrieben sind [38, 55, 94, 95, 107]:

- erhöhter intrakranieller Druck,
- aktive Blutung,
- akute myokardiale Ischämie,
- agitiertes Delir.

**36 Die Entscheidung zur Durchführung von eingeschränkten Formen der Mobilisation (passiv oder assistiert-aktiv) bei den aufgeführten relativen Kontraindikationen soll im Einzelfall unter**

Berücksichtigung von Nutzen und Risiko abgewogen werden (Evidenzgrad 2b, Empfehlungsgrad A).

### Vorbereitung/Monitoring

**37 Die Vorbereitung der Frühmobilisation umfasst die Information des Patienten, die Bereitstellung ausreichenden Personals und die Sicherung/Verlängerung von Strukturen des künstlichen Atemwegs, der Infusionsleitungen oder anderer Drainagen. Zur Überwachung der Vitalparameter während Mobilisation sollen Herzfrequenz, Blutdruck und arterielle Sauerstoffsättigung kontinuierlich/engmaschig erfasst werden (Evidenzgrad 2b, Empfehlungsgrad A)**

**38 Bei beatmeten Patienten sollten die Beatmungsparameter kontinuierlich dargestellt werden (Tidalvolumen, inspiratorischer Druck, Atemfrequenz, Atemminutenvolumen; bei invasiv beatmeten Patienten Kapnometrie; Evidenzgrad 3, Empfehlungsgrad B).**

### Dauer und Intensität der Mobilisation

In den für die Metaanalysen [3, 45, 57, 63] als geeignet angesehenen prospektiven randomisierten Studien [32, 33, 45, 49, 68] wurde mit der Frühmobilisation innerhalb von 72 h nach Aufnahme auf die Intensivstation mit gradueller Steigerung begonnen. Die Maßnahmen wurden im Mittel für mindestens 20 min zweimal täglich durchgeführt.

**39 Die Behandlung sollte spätestens 72 h nach Aufnahme auf die Intensivstation beginnen und zweimal täglich mit einer Dauer von mindestens je 20 min für die Dauer des Intensivstationsaufenthalts durchgeführt werden. Es soll ein stufenweises Vorgehen – beginnend mit passiver Mobilisation – angestrebt werden (Tab. 2; Abb. 1). Hierfür empfiehlt es sich, einen stations- oder klinikeigenen Algorithmus zu entwickeln (Evidenzgrad 3, Empfehlungsgrad B).**

### Sicherheitsaspekte/Komplikationen und Abbruchkriterien im Rahmen der Mobilisation

Folgende Komplikationen sind im Rahmen der Mobilisation in Einzelfällen beschrieben worden: orthostatische Dysregulation, Patientensturz, Diskonnektion von Kathetern/Luftweg, Herzrhythmusstörungen/Synkope, respiratorische Erschöpfung/Dyspnoe, Agitiertheit/Stress [55, 94, 95]. In einer systematischen Übersicht über vier Studien wurden keine schwerwiegenden Komplikationen im Rahmen der Mobilisation gefunden, welche außer der Beendigung der Maßnahme eine weitere Intervention nach sich zogen [55]. Insgesamt wird das Auftreten von unerwünschten Ereignissen mit einer Inzidenz von 1,1–4,4 % angegeben [107].

**Unter Beachtung der patientenbezogenen Voraussetzungen und möglicher Ausschlusskriterien sowie nach Einhaltung von Vorbereitungsmaßnahmen stellt die Frühmobilisation eine sichere und komplikationsarme Maßnahme dar.**

**40 Ein Abbruch der Mobilisation wird empfohlen bei folgenden Veränderungen der Vitalparameter:  $S_aO_2 < 88\%$ , Herzfrequenzanstieg  $> 20\%$  oder Herzfrequenz  $< 40$  oder  $> 130/\text{min}$ , neu auftretende Herzrhythmusstörungen, systolischer Blutdruck  $> 180$  mmHg oder mittlerer Blutdruck  $< 65$  mmHg oder  $> 110$  mmHg (Evidenzgrad 2b, Empfehlungsgrad A).**

### Struktur/Organisation/Personal/Aufwand/Protokoll

Frühmobilisation stellt ein interdisziplinäres, zielgerichtetes Vorgehen zur Verbesserung des Ergebnisses der Intensivbehandlung dar. Die Erstellung eines Konzepts für das abgestufte, spezifische Vorgehen unter Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten wurde in mehreren Arbeiten als vorteilhaft eingestuft [6, 23, 32, 49, 108]. Ein „standard of care“ wird vorgeschlagen [77], der in vier Phasen eine stufenweise, angepasste Steigerung der Mobilisation, v. a. auch bei beatmeten Patienten ermöglicht. Entsprechende personelle und räumliche Voraussetzungen sind in diesen *standard of care* integriert. Die

regelmäßige Integration eines Physiotherapeuten in die Frühmobilisation erwies sich in einer prospektiven Observationsstudie mit einem besseren Effekt auf Outcome-Parameter verknüpft im Vergleich zur Frühmobilisation ohne physiotherapeutische Unterstützung ([50]; Evidenzgrad 2b).

**41 Ein protokollbasiertes Vorgehen wird für die Durchführung der Frühmobilisation empfohlen. Aktive Mobilisation soll von mindestens zwei qualifizierten Mitarbeitern vorgenommen werden, ein Physiotherapeut soll regelmäßig integriert sein. Ausreichende räumliche Voraussetzungen und Hilfsmittel sollen vorgehalten werden.**

**42 Frühmobilisation soll in ein Maßnahmenbündel eingebunden sein, welches die Konzepte zur angepassten Symptomkontrolle von Schmerz, Angst, Agitation und Delir sowie zur täglichen Überprüfung der Spontanatmung enthält (Evidenzgrad 2b, Empfehlungsgrad A).**

### Korrespondenzadresse

**Prof. Dr. T. Bein**  
Klinik für Anästhesiologie  
Universitätsklinikum Regensburg  
93042 Regensburg  
thomas.bein@ukr.de

### Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** Angaben zu Interessenkonflikten wurden anhand des AWMF-Formblatts abgefragt. Nach Selbsteinschätzung der Teilnehmer bestanden keine relevanten Interessenkonflikte.

**Open Access** Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die uneingeschränkte Nutzung, Verbreitung und Wiedergabe für beliebige Zwecke erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

### Literatur

1. Abroug F, Ouanez-Besbes L, Elatrous S, Brochard L (2008) The effect of prone positioning in acute respiratory distress syndrome or acute lung injury: a meta-analysis. Areas of uncertainty and recommendations for research. *Intensive Care Med* 34:1002–1011

2. Abroug F, Ouanes-Besbes L, Dachraoui F, Ouanes I, Brochard L (2011) An updated study-level meta-analysis of randomised controlled trials on proning in ARDS and acute lung injury. *Crit Care* 15:R6
3. Adler J, Malone D (2012) Early mobilization in the intensive care unit: a systematic review. *Cardiopulm Phys Ther J* 23:5–13
4. Alexiou VG, Ierodiakonou V, Dimopoulos G, Falagas ME (2009) Impact of patient position on the incidence of ventilator-associated pneumonia: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Crit Care* 24:515–522
5. Alsaghir AH, Martin CM (2008) Effect of prone positioning in patients with acute respiratory distress syndrome: a meta-analysis. *Crit Care Med* 36:603–609
6. Amidei C (2012) Mobilisation in critical care: a concept analysis. *Intensive Crit Care Nurs* 28:73–81
7. Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF)- Leitlinie Intrakranieller Druck (ICP) – Entwicklungsstufe: S1, Stand: September 2012, Gültig bis: Dezember 2015, AWMF-Registernummer: 030/105
8. Aries MJH, Aslan A, Elting JWW, Stewart RE, Zijlstra JG, De Keyser J et al (2012) Intra-arterial blood pressure reading in intensive care unit patients in the lateral position. *J Clin Nurs* 21:1825–1830
9. Athota KP, Millar D, Branson RD, Tsuei BJ (2014) A practical approach to the use of prone therapy in acute respiratory distress syndrome. *Expert Rev Respir Med* 8:453–458
10. Ballew C, Buffmire MV, Fisher C, Schmidt P, Quatrara B, Conaway M et al (2011) Factors associated with the level of backrest elevation in a thoracic cardiovascular intensive care unit. *Am J Crit Care* 20:395–399
11. Bein T, Reber A, Ploner F, Metz C, Pfeifer M et al (2000) Continuous axial rotation and pulmonary fluid balance in acute lung injury. *Clin Intensive Care* 11:307–310
12. Bein T, Sabel K, Scherer A, Papp-Jambor C, Hekler M, Dubb R et al (2004) Comparison of incomplete (135 degrees) and complete prone position (180 degrees) in patients with acute respiratory distress syndrome. Results of a prospective, randomized trial. *Anaesthesist* 53:1054–1060
13. Bein T, Ploner F, Ritzka M, Pfeifer M, Schlitt HJ, Graf BM (2010) No change in the regional distribution of tidal volume during lateral posture in mechanically ventilated patients assessed by electrical impedance tomography. *Clin Physiol Funct Imaging* 30:234–240
14. Bein T, Zimmermann M, Schiewe-Langgartner F, Strobel R, Hackner K, Schlitt HJ et al (2012) Continuous lateral rotational therapy and systemic inflammatory response in posttraumatic acute lung injury: results from a prospective randomized study. *Injury* 43:1892–1897
15. Beitler JR, Shaefi S, Montesi SB, Devlin A, Loring SH, Talmor D et al (2014) Prone positioning reduces mortality from acute respiratory distress syndrome in the low tidal volume era: a meta-analysis. *Intensive Care Med* 40:332–341
16. Bezbaruah P, Swaminathan N, D'silva C (2012) Effect of graded early mobilization versus routine physiotherapy on the length of intensive care unit stay in mechanically ventilated patients: a randomized controlled study. *Int J Health Allied Sci* 1:172–177
17. Bourdin G, Barbier J, Burle J, Durante G, Passant S, Vincent B et al (2010) The feasibility of early physical activity in intensive care unit patients: a prospective observational one-center study. *Respir Care* 55:400–407
18. Brower RG (2009) Consequences of bed rest. *Crit Care Med* 37:422–428
19. Burtin C, Clerckx B, Robbeets C, Ferdinande P, Langer D, Troosters T et al (2009) Early exercise in critically ill patients enhances short-term functional recovery. *Crit Care Med* 37:2499–2505
20. Chandry D, Sahityani R, Aronow WS, Khan S, DeLorenzo LJ (2007) Impact of kinetic beds on the incidence of atelectasis in mechanically ventilated patients. *Am J Ther* 14:259–261
21. Chang MY, Chang LY, Huang YC, Lin KM, Cheng CH (2011) Chair-sitting exercise intervention does not improve respiratory muscle function in mechanically ventilated intensive care unit patients. *Respir Care* 56:1533–1538
22. Chen S, Su C, Wu Y, Wang LY, Wu CP, Wu HD et al (2011) Physical training is beneficial to functional status and survival in patients with prolonged mechanical ventilation. *J Formos Med Assoc* 110:572–579
23. Cheung N, To K, Dickinson S, Tschannen D, Shever L, Park P et al (2012) Early mobility (EM) protocol in a surgical intensive care unit (SICU): impact on risk factors for pressure ulcer (PU) development. *Crit Care Med* 40:249–255
24. Chiumello D, Cressoni M, Racagni M, Landi L, Bassi G, Polli F et al (2006) Effects of thoraco-pelvic supports during prone position in patients with acute lung injury/acute respiratory distress syndrome: a physiological study. *Crit Care* 10:87–96
25. Cornejo RA, Diaz JC, Tobar EA, Bruhn AR, Ramos CA, González RA et al (2013) Effects of prone positioning on lung protection in patients with acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 188:440–448
26. Cuesy PG, Sotomayor PL, Pina JOT (2010) Reduction in the incidence of poststroke nosocomial pneumonia by using the „turn-mob“ program. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 19:23–28
27. Dellamonica J, Lerolle N, Sargentini C, Hubert S, Beduneau G, Di Marco F et al (2013) Effect of different seated positions on lung volume and oxygenation in acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med* 39:1121–1127
28. Deniz MN, Erakgun A, Sertoz N, Yılmaz SG, Ateş H, Erhan E (2013) The effect of head rotation on intraocular pressure in prone position: a randomized trial. *Braz J Anesthesiol* 63:209–212
29. Deye N, Lellouche F, Maggiore SM, Taillé S, Demoule A, L'Her E et al (2013) The semi-seated position slightly reduces the effort to breathe during difficult weaning. *Intensive Care Med* 39:85–92
30. Drakulovic MB, Torres A, Bauer TT, Nicolas JM, Nogue S, Ferrer M (1999) Supine body position as a risk factor for nosocomial pneumonia in mechanically ventilated patients: a randomized trial. *Lancet* 354:1851–1858
31. Drolet A, DeJulio P, Harkless S, Kamin E, Leddy EA, Lloyd JM et al (2013) Move to improve: the feasibility of using an early mobility protocol to increase ambulation in the intensive and intermediate care settings. *Phys Ther* 93:197–207
32. Engel HJ, Needham DM, Morris PE, Gropper MA (2013) ICU early mobilization: from recommendation to implementation at three medical centers. *Crit Care Med* 41:69–80
33. Engels PT, Beckett AN, Rubenfeld GD, Kreder H, Finkelstein JA, da Costa L et al (2013) Physical rehabilitation of the critically ill trauma patient in the ICU. *Crit Care Med* 41:1790–1801
34. Farag E, Sessler DI, Kovaci B, Wang L, Mascha EJ, Bell G et al (2012) Effects of crystalloid versus colloid and the  $\alpha$ -2 agonist brimonidine versus placebo on intraocular pressure during prone spine surgery: a factorial randomized trial. *Anesthesiology* 116:807–815
35. Ferguson ND, Fan E, Camporota L, Antonelli M, Anzueto A, Beale R et al (2012) The Berlin definition of ARDS: an expanded rationale, justification, and supplementary material. *Intensive Care Med* 38:1573–1582
36. Fernandez R, Trenchs X, Klamburg J, Castedo L, Serrano JM, Besso G et al (2008) Prone positioning in acute respiratory distress syndrome: a multicenter randomized clinical trial. *Intensive Care Med* 34:1487–1491
37. Fishman AP (1981) Down with the good lung. *N Engl J Med* 304:537–538
38. Flanders SA, Harrington L, Fowler RJ (2009) Falls and patient mobility in critical care: keeping patients and staff safe. *Adv Crit Care* 20:267–276
39. Fleegler B, Grimes C, Anderson R, Butler M, MacFarlane G (2009) Continuous lateral rotation therapy for acute hypoxic respiratory failure: the effect of timing. *DCCN* 28:283–287
40. Fletcher SJ (2006) The effect of prone ventilation on intra-abdominal pressure. *Clin Intensive Care* 17:109–112
41. Gattinoni L, Pesenti A, Carlesso E (2013) Body position changes redistribute lung computed-tomographic density in patients with acute respiratory failure: impact and clinical fallout through the following 20 years. *Intensive Care Med* 39:1909–1915
42. Girard R, Baboi L, Ayzac L, Richard JC, Guérin C (2014) 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* 40:397–403
43. Gocze I, Strenge F, Zeman F, Creutzenberg M, Graf BM, Schlitt HJ et al (2013) The effects of the semirecumbent position on hemodynamic status in patients on invasive mechanical ventilation – prospective randomized multivariable analysis. *Crit Care* 17:R80
44. Goldhill DR, Imhoff M, McLean B, Waldmann C (2007) Rotational bed therapy to prevent and treat respiratory complications: a review and meta-analysis. *Am J Crit Care* 16:50–61
45. Gosselink R, Bott J, Johnson M, Dean E, Nava S, Norenberg M et al (2008) Physiotherapy for adult patients with critical illness: recommendations of the European Respiratory Society and European Society of Intensive Care Medicine Task Force on Physiotherapy for Critically Ill Patients. *Intensive Care Med* 34:1188–1199
46. Grant GP, Szirth BC, Bennett HL, Huang SS, Thaker RS, Heary RF et al (2010) Effects of prone and reverse trendelenburg positioning on ocular parameters. *Anesthesiology* 112:57–65
47. Guerin C, Reigner J, Richard J, Beuret P, Gacouin A, Boulain T et al (2013) Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 368:2159–2168
48. Guerin C, Baboi L, Richard JC (2014) Mechanisms of the effects of prone positioning in acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med* 40:1634–1642

49. Hanekom S, Gosselink R, Dean E, van Aswegen H, Roos R, Ambrosino N et al (2011) The development of a clinical management algorithm for early physical activity and mobilization of critically ill patients: synthesis of evidence and expert opinion and its translation into practice. *Clin Rehabil* 25:771–787
50. Hanekom SD, Louw Q, Coetzee A (2012) The way in which a physiotherapy service is structured can improve patient outcome from a surgical intensive care: a controlled clinical trial. *Crit Care* 16:R230
51. Hering R, Wrigge H, Vorwerk R, Brensing KA, Schröder S, Zinserling J et al (2001) The effects of prone positioning on intraabdominal pressure and cardiovascular and renal function in patients with acute lung injury. *Anesth Analg* 92:1226–1231
52. Hojlund J, Sandmand M, Sonne M, Manton T, Jørgensen HL, Belhage B et al (2012) Effect of head rotation on cerebral blood velocity in the prone position. *Anesthesiol Res Pract* 2012:647258
53. Hoste EAJ, Roosens CDVK, Bracke S, Decruyenaere JM, Benoit DD, Vandewoude KH et al (2005) Acute effects of upright position on gas exchange in patients with acute respiratory distress syndrome. *J Intensive Care Med* 20:43–49
54. Jozwiak M, Teboul J, Anguel N, Persichini R, Silva S, Chemla D et al (2013) Beneficial hemodynamic effects of prone positioning in patients with acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 188:1428–1433
55. Kalisch BJ, Dabney BW, Lee S (2013) Safety of mobilizing hospitalized adults: review of the literature. *J Nurs Care Qual* 28:162–168
56. Kasotakis G, Schmidt U, Perry D, Grosse-Sundrup M, Benjamin J, Tully S et al (2012) The surgical intensive care unit optimal mobility score predicts mortality and length of stay. *Crit Care Med* 40:1122–1128
57. Kayambu G, Boots R, Paratz J (2013) Physical therapy for the critically ill in the ICU: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med* 41:1543–1554
58. Keeley L (2007) Reducing the risk of ventilator-acquired pneumonia through head of bed elevation. *Nurs Crit Care* 12:287–294
59. Keulenaer BL de, Waele JJ de, Powell B et al (2009) What is normal intra-abdominal pressure and how is it affected by positioning, body mass and positive end-expiratory pressure? *Intensive Care Med* 35:969–976
60. Kipping V, Weber-Carstens S, Lojewski C, Feldmann P, Rydlewski A, Boemke W et al (2013) Prone position during ECMO is safe and improves oxygenation. *Int J Artif Organs* 36:821–832
61. Lee K, Kim M, Yoo J, Hong SB, Lim CM, Koh Y (2010) Clinical meaning of early oxygenation improvement in severe acute respiratory distress syndrome under prolonged prone positioning. *Korean J Intern Med* 25:58–65
62. Lemyze M, Guerry M, Mallat J, Thevenin D (2012) Obesity supine death syndrome revisited. *Eur Respir J* 40:1568–1569
63. Li Z, Peng X, Zhu B, Zhang MS, Xiuming X (2013) Active mobilization for mechanically ventilated patients: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil* 94:551–561
64. Linn DD, Beckett RD, Foellinger K (2014) Administration of enteral nutrition to adult patients in the prone position. *Intensive Crit Care Nurs* 31:38–43
65. Lipshutz AKM, Gropper MA (2013) Acquired neuromuscular weakness and early mobilization in the intensive care unit. *Anesthesiology* 118:202–215
66. Lyerla F, LeRouge C, Cooke DA, Turpin D, Wilson L (2010) A nursing clinical decision support system and potential predictors of head-of-bed position for patients receiving mechanical ventilation. *Am J Crit Care* 19:39–47
67. McBeth PB, Zygun DA, Widder S, Cheatham M, Zengerink I, Glowa J et al (2007) Effect of patient positioning on intra-abdominal pressure monitoring. *Am J Surg* 193:644–647
68. Mendez-Tellez PA, Needham DM (2012) Early physical rehabilitation in the ICU and ventilator liberation. *Respir Care* 57:1663–1669
69. Morris PE, Goad A, Thompson C, Taylor K, Harry B, Passmore L et al (2008) Early intensive care unit mobility therapy in the treatment of acute respiratory failure. *Crit Care Med* 36:2238–2243
70. Mounier R, Adrie C, Francois A, Garrouste-Orgeas M, Cheval C, Allaouchiche B et al (2010) Study of prone positioning to reduce ventilator-associated pneumonia in hypoxaemic patients. *Eur Respir J* 35:795–804
71. Nava S (1998) Rehabilitation of patients admitted to a respiratory intensive care unit. *Arch Phys Med Rehabil* 79:849–854
72. Nekudov M, Bellander B, Mure M (2006) Oxygenation and cerebral perfusion pressure improved in the prone position. *Acta Anaesthesiol Scand* 50:932–936
73. Niël-Weise BS, Gastmeier P, Kola A, Vonberg RP, Wille JC, van den Broek PJ (2011) An evidence-based recommendation on bed head elevation for mechanically ventilated patients. *Crit Care* 15:R111
74. Offner PJ, Haenel JB, Moore EE, Franciose RJ, Burch JM (2000) Complications of prone ventilation in patients with multisystem trauma with fulminant acute respiratory distress syndrome. *J Trauma* 48:224–228
75. Paul-Ehrlich-Gesellschaft/Robert-Koch-Institut (2013) Prävention der nosokomialen beatmungssoziierten Pneumonie. *Bundesgesundheitsbl* 56:1578–1590
76. Pedersen T, Moller AM (2001) How to use evidence-based medicine in anesthesiology. *Acta Anaesthesiol Scand* 45:267–274
77. Perme C, Chandrashekar R (2009) Early mobility and walking program for patients in intensive care units: creating a standard of care. *Am J Crit Care* 18:212–221
78. Peterson M, Schwab W, McCutcheon K, Malbrain ML (2008) Effects of elevating the head of bed on interface pressure in volunteers. *Crit Care Med* 36:3038–3042
79. Protti A, Chiumello D, Cressoni M, Carlesso E, Miletto C, Berto V et al (2009) Relationship between gas exchange response to prone position and lung recruitability during acute respiratory failure. *Intensive Care Med* 35:1011–1017
80. Reignier J, Thenoz-Jost N, Fiancette M, Legendre E, Lebert C, Bontemps F et al (2004) Early enteral nutrition in mechanically ventilated patients in the prone position. *Crit Care Med* 32:94–99
81. Reinprecht A, Greher M, Wolfsberger S, Dietrich W, Illievich UM, Gruber A (2003) Prone position in subarachnoid hemorrhage patients with acute respiratory distress syndrome: effects on cerebral tissue oxygenation and intracranial pressure. *Crit Care Med* 31:1831–1838
82. Reutershan J, Schmitt A, Dietz K, Unertl K, Fretschner R (2006) Alveolar recruitment during prone position: time matters. *Clin Sci (Lond)* 110:655–663
83. Robak O, Schellongowski P, Bojic A, Laczika K, Locker GJ, Staudinger T (2011) Short-term effects of combining upright and prone positions in patients with ARDS: a prospective randomized study. *Crit Care* 15:230
84. Rooban N, Regli A, Davis WA, de Keulenaer BL (2012) Comparing intra-abdominal pressures in different body positions via a urinary catheter and nasogastric tube: a pilot study. *Ann Intensive Care* 2(Suppl 1):11
85. Rose L, Baldwin I, Crawford T (2010) The use of bed-dials to maintain recumbent positioning for critically ill mechanically ventilated patients (The RECUMBENT study): multicentre before and after observational study. *Int J Nurs Stud* 47:1425–1431
86. Rowe C (2004) Development of clinical guidelines for prone positioning in critically ill adults. *Nurs Crit Care* 9:50–57
87. Saez de la Fuente I, Saez de la Fuente J, Quintana Estelles MD, Garcia Gigorro R, Terceros Almanza LJ, Sanchez Izquierdo JA et al (2014) Enteral nutrition in patients receiving mechanical ventilation in a prone position. *J Parent Ent Nutr* 20:1–6
88. Schellongowski P, Losert H, Locker GJ, Laczika K, Frass M, Holzinger U et al (2007) Prolonged lateral steep position impairs respiratory mechanics during continuous lateral rotation therapy in respiratory failure. *Intensive Care Med* 33:625–631
89. Schweickert WD, Pohlman MC, Pohlman AS, Nigos C, Pawlik A, Esbrook CL et al (2009) Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. *Lancet* 373:1874–1882
90. Shuster MH, Sekula LK, Kern JC, Vazquez JA (2011) Measuring intrablower pressure with the head of the bed elevated 30 degrees. Evidence to support a change in practice. *Am J Crit Care* 20:e80–89
91. Simonis G, Steiding K, Schaefer K, Rauwolf T, Strasser R (2012) A prospective, randomized trial of continuous lateral rotation („kinetic therapy“) in patients with cardiogenic shock. *Clin Res Cardiol* 101:955–962
92. Staudinger T, Kofler J, Mullner M, Locker GJ, Laczika K, Knapp S et al (2001) Comparison of prone positioning and continuous rotation of patients with adult respiratory distress syndrome: results of a pilot study. *Crit Care Med* 29:51–56
93. Staudinger T, Bojic A, Holzinger U, Meyer B, Rohwer M, Mallner F et al (2010) Continuous lateral rotation therapy to prevent ventilator-associated pneumonia. *Crit Care Med* 38:486–490
94. Stiller K (2013) Physiotherapy in intensive care: an updated systematic review. *Chest* 144:825–847
95. Stiller K, Phillips AC, Lambert P (2004) The safety of mobilisation and its effect on haemodynamic and respiratory status of intensive care patients. *Physiother Theory Pract* 20:175–185
96. Sud S, Sud M, Friedrich JO, Adhikari NK (2008) Effect of mechanical ventilation in the prone position on clinical outcomes in patients with acute hypoxemic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis. *CMAJ* 178:1153–1161
97. Sud S, Sud M, Friedrich JO, Adhikari NK (2008) Effect of prone positioning in patients with acute respiratory distress syndrome and high Simplified Acute Physiology Score II. *Crit Care Med* 36:2711–2722

98. Sud S, Friedrich JO, Taccone P, Adhikari NK, Latini R, Pesenti A et al (2010) Prone ventilation reduces mortality in patients with acute respiratory failure and severe hypoxemia: systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med* 36:585–599
99. Sud S, Friedrich JO, Adhikari N, Mancebo J, Polli F, Latini R et al (2014) Effect of prone positioning during mechanical ventilation on mortality among patients with acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis. *CMAJ* 186:381–390
100. Swadener-Culpepper L, Skaggs RL, Vangilder CA (2008) The impact of continuous lateral rotation therapy in overall clinical and financial outcomes of critically ill patients. *Crit Care Nurs Q* 31:270–279
101. Tanskanen P, Kytta J, Randell T (1997) The effect of patient positioning on dynamic lung compliance. *Acta Anaesthesiol Scand* 41:602–606
102. Thomas PJ, Paratz JD (2007) Is there evidence to support the use of lateral positioning in intensive care? A systematic review. *Anaesth Intensive Care* 35:239–255
103. Thomas PJ, Paratz JD, Lipman J, Stanton WR (2007) Lateral positioning of ventilated intensive care patients: a study of oxygenation, respiratory mechanics, hemodynamics, and adverse events. *Heart Lung* 36:277–286
104. Tiruvoipati R, Bangash M, Manktelow B, Peek GJ (2008) Efficacy of prone ventilation in adult patients with acute respiratory failure: a meta-analysis. *J Crit Care* 23:101–110
105. Varpula T, Jousela I, Niemi R, Takkunen O, Pettilä V (2003) Combined effects of prone positioning and airway pressure release ventilation on gas exchange in patients with acute lung injury. *Acta Anaesthesiol Scand* 47:516–524
106. Weig T, Janitza S, Zoller M, Dolch ME, Miller J, Frey L et al (2014) Influence of abdominal obesity on multiorgan dysfunction and mortality in acute respiratory distress syndrome patients treated with prone positioning. *J Crit Care* 29:557–561
107. Zeppos L, Patman S, Berney S, Adsett JA, Bridson JM, Paratz JD (2007) Physiotherapy in intensive care is safe: an observational study. *Aust J Physiother* 53:279–283
108. Zomorodi M, Topley D, McAnaw M (2012) Developing a mobility protocol for early mobilization of patients in a surgical/trauma ICU. *Crit Care Res Pract* 2012:964547

S. Blaschke, F. Walcher (Hrsg.)

**SOP Handbuch Interdisziplinäre Notaufnahme**

Berlin: Medizinisch wissenschaftliche Verlagsgesellschaft 2015, 1. Aufl., 523 S., 23 Abb., 19 Tab., (ISBN 978-3-941468-31-3), broschiert, 59.00 EUR

Interdisziplinäre Notaufnahmen haben in den vergangenen Jahren eine rasante Entwicklung erlebt. In kaum einem anderen Bereich im Krankenhaus müssen regelmäßig fachliche Entscheidungen innerhalb kürzester Zeit und auf Basis weniger, unvollständiger Informationen getroffen werden. Jederzeit und bei jedem Patienten müssen Gefährdungen rasch erkannt werden, um daraus die richtigen Entscheidungen für eine zielgerichtete professionelle Weiterbehandlung abzuleiten. Dabei sind strukturierte, Symptom orientierte Arbeitsanleitungen bzw. sogenannte Standard Operation Procedures (SOP) unverzichtbares Handwerkszeug in der klinischen Notfall- und Akutmedizin geworden.

Auf Basis der aktuellen fachspezifischen Leitlinien haben die Herausgeber Blaschke und Walcher ein speziell für die Bedürfnisse des in einer zentralen interdisziplinären Notaufnahme tätigen ärztlichen Personals orientiertes Handbuch vorgelegt. Das Buch liefert auf über 400 Seiten in 24 Kapiteln an der Praxis ausgerichtete, strukturierte Versorgungsanleitungen für mehr als 170 in der Notaufnahme relevante notfall- und akutmedizinische Krankheitsbilder. Mit Unterstützung zahlreicher namhafter Autoren und auf der Grundlage der aktuell gültigen Leitlinien der Fachdisziplinen Innere Medizin, Neurologie, Psychiatrie, Chirurgie, Unfallchirurgie und Orthopädie wurden praxisnahe Arbeitsanweisungen entwickelt und nachfolgend von den jeweils federführenden Fachgesellschaften (DGIM, DGU, DGOOC, DGOU) konsentiert. Dabei ist unverkennbar, dass die Autoren selbst über sehr wertvolle Erfahrung aus allen Bereichen der Notaufnahme verfügen und dementsprechend nicht nur konkrete, an den Leitlinien abgesicherte ärztliche Maßnahmen, sondern auch praxisnahes Wissen zu Koordination und Management des Notfallpatienten vermittelt wird. Einheitlich, kurz und prägnant werden Leitsymptome und Aspekte zur Differentialdiagnose ebenso dargestellt,

wie diagnostische und therapeutische Standards, sowie Konsilempfehlungen und Behandlungspfade zur Weiterversorgung. Der Leser kann sich anhand dieses Buches in akuten und Notfallsituationen schnell orientieren, um so zeitgerecht und sicher die richtigen diagnostischen und therapeutischen Entscheidungen zu treffen.

Das Buch zeichnet sich vor allem durch seinen praktischen Bezug mit zahlreichen Abbildungen und Tabellen aus dem Alltag einer interdisziplinären Notaufnahme aus. Eine kompakt gehaltene Literaturübersicht sowie Hinweise zu Giftinformationszentren und relevanter ICD-Kodierung im Anhang vervollständigen das Werk. Eine stetige Aktualisierung auf der Grundlage neuer Leitlinien ist angekündigt. Entsprechend der Funktion dieses Buches, in Notfallsituationen konkrete Hilfestellung zu geben ohne mit zuviel Informationen den Leser zu überfordern, sind an einigen Stellen fehlende Details im Sinne eines notwendigen Kompromisses verzeihlich.

Zusammenfassend ist dies ein inhaltlich gelungenes Buch, welches Leitlinien orientierte, von den Fachgesellschaften konsentiert, praktische Arbeitshilfen und Handlungsempfehlungen fokussiert für die zentrale interdisziplinäre Notaufnahme vorgibt. Für alle, die sich beruflich mit der Versorgung von Notfall- und Akutpatienten in interdisziplinären Notaufnahmen beschäftigen, besteht für dieses Handbuch eine klare Empfehlung.

*M. Zimmermann, Regensburg*

*A. Gries, Leipzig*