

Med Klin Intensivmed Notfmed 2012 · 107:537–542
 DOI 10.1007/s00063-012-0091-4
 Eingegangen: 18. Juli 2012
 Angenommen: 1. August 2012
 Online publiziert: 26. August 2012
 © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

W. Windisch · C. Karagiannidis

Abt. Pneumologie – Lungenklinik Merheim, Kliniken der Stadt Köln

Die schwierige Extubation

Redaktion

S. Kluge, Hamburg
 G. Marx, Aachen

Die invasive mechanische Ventilation zur Behandlung der akuten respiratorischen Insuffizienz beginnt mit der Intubation. Auch wenn die Extubation nach erfolgreicher Behandlung des Akutproblems in den meisten Fällen unproblematisch ist, stellen Schwierigkeiten bei der Extubation substanzielle Probleme in der Intensivmedizin dar, da verzögerte Extubationen mit prognostisch relevanten Komplikationen einhergehen können und nicht selten zu einer Langzeitbeatmung führen. Der Beitrag fokussiert auf die wesentlichen Bedingungen und Probleme der schwierigen Extubation und skizziert den aktuellen Stand möglicher Behandlungsstrategien.

Für die Positivdruckbeatmung auf der Intensivstation stehen grundsätzlich zwei Verfahren zur Verfügung, die sich im Wesentlichen durch den Beatmungszugang unterscheiden, also durch die Art und Weise, wie die biologischen Atemwege des Menschen einerseits und die künstlichen Atemwege des Respirators andererseits miteinander verbunden sind:

- die invasive Beatmung über die Einlage endotrachealer Tuben und
- die nichtinvasive Beatmung („non-invasive ventilation“, NIV), bei welcher der Beatmungszugang definitionsgemäß außerhalb des Körpers liegt.

Dabei kommen in erster Linie Beatmungsmasken (Nasen-, Nasen-Mund-, Vollgesichtsmasken) und Beatmungshelme zum Einsatz.

Die invasive Beatmung beginnt mit der Intubation und endet nach erfolgreicher Behandlung der Grunderkrankung mit

der Extubation. In den meisten Fällen ist die Extubation unproblematisch, solange die Grunderkrankung erfolgreich behandelt ist und keine beatmungs(tubus-)assoziierten Probleme hinzu gekommen sind, z. B. die ventilatorassoziierte Pneumonie, die eine Fortsetzung der invasiven Beatmung notwendig machen.

Es gibt aber Bedingungen, die eine Extubation erheblich erschweren oder gar unmöglich machen können. Nicht selten führt eine Extubation dann auch zu einer Re-Intubation. Diese Bedingungen lassen sich in zwei Gruppen einteilen, die im Folgenden erörtert werden:

- Larynxödem und
- fortbestehende respiratorische Insuffizienz:
 - Postextubationsversagen und
 - Weaning-Versagen

Extubationsschwierigkeiten bei Larynxödem

Das Larynxödem ist eine häufige Ursache einer Atemwegsobstruktion nach Extubation auf der Intensivstation und wird durch das direkte mechanische Trauma des Tubus ausgelöst [8]. Der Schweregrad der Atemwegsobstruktion variiert mit der Erkrankung und Dauer der Beatmung und kann zu einer nicht selten schwierigen Notfall-Re-Intubation führen. Da sich die Prognose der Patienten mit der Re-Intubation verschlechtert [25], können Prädiktoren eines Larynxödems vor Extubation ebenso hilfreich sein wie medikamentöse Interventionsmaßnahmen. Typischerweise entwickelt sich der Stridor innerhalb der ersten 30 Minuten nach Extubation, bei etwa 50% der Fälle bereits innerhalb der ersten 5 Minuten [15].

Generell weisen Frauen ein erhöhtes Risiko für ein Larynxödem auf, ins-

besondere wenn der Tubus im Verhältnis zu den Atemwegen zu groß ist [5]. Die Dauer der Beatmung konnte hingegen bisher nicht zweifelsfrei als unabhängiger Risikofaktor identifiziert werden [11, 19]. Daher ist eine frühzeitige individuelle Erkennung eines Larynxödems noch vor der Extubation besonders wichtig. In den letzten Jahren hat sich der Nebenlufttest („cuff leak test“) als einfache Maßnahme etabliert. Hierzu wird der Cuff des Tubus nach Messung des in- und expiratorischen Tidalvolumens am Beatmungsgerät entblockt und die Differenz aus ex- und inspiratorischem Tidalvolumen innerhalb der ersten sechs Atemzüge bestimmt (Nebenluftvolumen). Verschiedene Studien haben versucht, ein bestimmtes Volumen als Cut-off mit der höchsten möglichen Sensitivität und Spezifität zu identifizieren. Es kann zumindest davon ausgegangen werden, dass bei einem Nebenluftvolumen von mehr als 110 ml ein geringes Risiko für ein klinisch signifikantes Larynxödem besteht [21]. Unter einem Volumen von 110 ml kann keine generelle Aussage getroffen werden.

» Mit der Re-Intubation verschlechtert sich die Prognose der Patienten

In der Prävention haben sich Kortikosteroide im klinischen Alltag etabliert, auch wenn die Studienlage nicht eindeutig ist. Drei Studien konnten keinen Effekt einer Einmalgabe eines Steroids eine Stunde vor Extubation zeigen [5, 17, 18]. Im Gegensatz dazu war die Einmalgabe von 40 mg Methylprednisolon 24 Stunden vor Extubation in einer Studie effektiv [2]. Das bisher wohl effektivste Regime besteht in der Gabe von 20 mg Methyl-

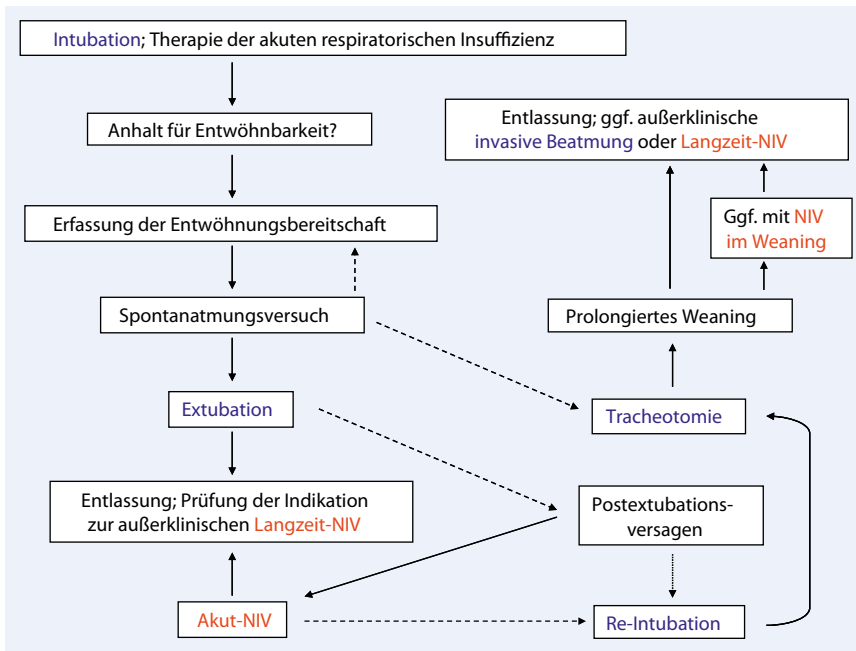


Abb. 1 ▲ Mögliche Verlaufsformen bei schwieriger Extubation

prednisolon beginnend 12 Stunden vor Extubation alle 4 Stunden bis zur geplanten Extubation [15].

Sollte ein Larynxödem nach Extubation auftreten, sind Steroide und die Inhalation von Suprarenin zwei mögliche Akutmaßnahmen, um eine eventuelle Re-Intubation zu verhindern. Auch wenn die Datenlage bezüglich der Akuttherapie mit Steroiden spärlich ist, kann die Gabe von etwa 0,5 mg/kg Prednisolonäquivalent oder 4–8 mg Dexamethason i.v. empfohlen werden. Zudem empfiehlt sich die inhalative Gabe von 1 mg Suprarenin in 5 ml NaCl 0,9% aufgrund des insgesamt geringen Nebenwirkungsprofils. Auch wenn diese Art der Therapie bei Kindern gut etabliert ist, fehlt im Erwachsenenbereich eine entsprechende Evidenz. In einer Studie konnte bei Erwachsenen ein entsprechender Effekt nachweisen werden [20], bei Kindern scheint sogar eine geringere Dosis als 1 mg effektiv zu sein [4]. Zumindest theoretisch könnte die Gabe eines Helium-Sauerstoff-Gemisches eine therapeutische Akutmaßnahme darstellen, da Helium eine niedrigere Viskosität und damit einen verminderten physikalischen Widerstand aufweist. Eine allgemeine Empfehlung kann hierzu jedoch nicht abgegeben werden.

Extubationsschwierigkeiten bei fortbestehender respiratorischer Insuffizienz: Postextubationsversagen und Weaningversagen

Beatmungsphasen

Eine mechanische Ventilation zur Behandlung einer akuten respiratorischen Insuffizienz lässt sich schematisch in sechs verschiedene Phasen unterteilen (Abb. 1, [1]):

1. Intubation und Behandlung der akuten respiratorischen Insuffizienz
2. Erste Erwägung, dass die Entwöhnung beginnen kann
3. Erfassung der Bereitschaft zur Entwöhnbarkeit („readiness to wean“) durch tatsächliche Tests (z. B. Rapid Shallow Breathing Index, RSBI)
4. Spontanatmungsversuch („spontaneous breathing trial“, SBT)
5. Extubation
6. Ggf. Re-Intubation

Bei den meisten Patienten kann die Extubation problemlos durchgeführt werden, vorausgesetzt dass die Ursache für die akute respiratorische Insuffizienz suffizient behandelt ist. Es gibt aber auch einige Patienten, die auch nach erfolgreicher Behandlung der Grunderkrankung respiratorisch insuffizient bleiben und daher

schwierig zu extubieren sind. Als mögliche Ursachen kommen sowohl eine vorbestehende respiratorische Insuffizienz (z. B. bei chronisch obstruktiver Lungenerkrankung, COPD) oder wesentliche Komorbiditäten (z. B. Herzinsuffizienz) als auch Komplikationen im Rahmen der invasiven Beatmung (z. B. beatmungsassoziierter Zwerchfellschaden, „ventilator induced diaphragmatic dysfunction“, VIDD) in Frage. Komplikationen einer schwierigen Extubation bei fortbestehender respiratorischer Insuffizienz können dann ein Postextubationsversagen nach Extubation oder ein Weaningversagen (Entwöhnungsversagen) umfassen, was in ein prolongiertes Weaning und ggf. in eine außerklinische, invasive Langzeitbeatmung mündet (Abb. 1).

Weaningprozess

Der Spontanatmungsversuch (Abb. 1) markiert den Beginn des eigentlichen Weaningprozesses. Dabei nimmt das Weaning etwa 40–50% der Gesamtdauer einer mechanischen Ventilation ein [1], wobei erhebliche individuelle Unterschiede bestehen können.

» Häufig erfolgt die Beendigung der invasiven Beatmung unbegründet verzögert

Die richtigen Zeitpunkte zur Durchführung des Spontanatmungsversuches und insbesondere auch der sich anschließenden Extubation haben wesentliche prognostische Bedeutung. Eine zu frühzeitige Extubation mit der Notwendigkeit zur Re-Intubation wie auch eine verspätete Einleitung des Weanings und insbesondere auch der Extubation gehen typischerweise mit erhöhten Komplikationsraten einher. Interessanterweise zeigen Studien, dass eine Beendigung der invasiven Beatmung häufig unbegründet verzögert erfolgt, da eine ungeplante Selbstextubation in fast der Hälfte der Fälle keine Re-Intubation nach sich zieht [1, 9]. Die Inzidenz einer ungeplanten Extubation schwankt abhängig von der Studie zwischen 0,3 und 16%, wobei 83% dieser ungeplanten Extubationen aktiv vom

Patienten durchgeführt werden und entsprechend nur 17% durch Behandlungsversuchen geschehen [1, 9].

Prolongiertes Weaning

Das Weaning wird in Abhängigkeit der Dauer in drei Kategorien eingeteilt (■ **Tab. 1**). Diese Klassifikation ist prognostisch relevant, da Patienten mit prolongiertem Weaning eine schlechtere Prognose aufweisen [16]. Allerdings bildet die Gruppe des prolongierten Weanings eine sehr heterogene Gruppe, da hier sowohl Patienten zusammengefasst sind, die bereits nach dem vierten Spontatmungsversuch bzw. acht Tage nach dem ersten erfolglosen Spontatmungsversuch entwöhnt werden können, als auch solche, die erst nach Tracheotomie und invasiver Beatmung über viele Wochen dekanulierbar sind, während einige Patienten sogar nur mit Hilfe der NIV dekanulierbar sind [23]. Schließlich muss auch die Gruppe der Patienten mit erfolglosem Weaning benannt werden.

Das prolongierte Weaning bekommt zunehmend eine gewichtigere Rolle in der Intensiv- und Beatmungsmedizin. Grund hierfür ist, dass immer mehr Menschen, vor allem auch in höherem Alter und mit substantiellen Komorbiditäten, erfolgreich auf der Intensivstation behandelt werden können, dass aber lange Beatmungszeiten und viele individuelle Faktoren (Alter, Komorbiditäten) dazu beitragen, dass ein Weaning und damit eine Extubation nicht immer zeitnah durchführbar sind. Vor dem Hintergrund der Komplexität des Weanings entstehen gegenwärtig spezialisierte Entwöhnungszentren, die über die Initiative WeanNet der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e. V. (DGP) akkreditiert werden. Zudem formulieren gegenwärtig führende Fachgesellschaften unter der Federführung der DGP und unter dem Dachverband der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V. (AWMF) Leitlinien zu wesentlichen Aspekten des prolongierten Weanings. Detaillierte Ergebnisse stehen noch nicht zur Verfügung.

Med Klin Intensivmed Notfmed 2012 · 107:537–542 DOI 10.1007/s00063-012-0091-4
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

W. Windisch · C. Karagiannidis

Die schwierige Extubation

Zusammenfassung

Der richtige Zeitpunkt zur Beendigung einer invasiven Beatmung (Extubation) bei Intensivpatienten ist prognostisch entscheidend. Zu vermeiden sind eine zu frühzeitige Extubation mit dem Risiko der Re-Intubation wie auch eine verspätete Extubation mit Verlängerung der Beatmungszeit. Meist gelingt eine Extubation unproblematisch, doch in einigen Fällen kann sie deutlich erschwert oder gar unmöglich sein. Dafür gibt es zwei Hauptgründe: Erstens das Larynxödem (hier sind der Nebenlufttest und die Gabe von Steroiden etablierte diagnostische/therapeutische Maßnahmen, um mögliche laryngeale Komplikationen vor der Extubation zu erkennen und zu behandeln), zweitens die fortbe-

stehende respiratorische Insuffizienz auch nach Behandlung der akuten respiratorischen Insuffizienz, entweder in Form eines Postextubationsversagens oder eines Weaning-Versagens (hier hat die nichtinvasive Beatmung einen zunehmenden Stellenwert). Gegenwärtig entstehen in Deutschland für die komplexen Anforderungen eines prolongierten Weanings spezialisierte und akkreditierte Entwöhnungszentren.

Schlüsselwörter

Larynxödem · Nichtinvasive Beatmung · Postextubationsversagen · Re-Intubation · Weaning

Difficult extubation

Abstract

Optimal timing of extubation following intubation substantially impacts on the prognosis of intensive care unit (ICU) patients whereby both early extubation with the risk of re-intubation and delayed extubation with prolongation of mechanical ventilation need to be avoided. In most cases extubation is easy; in some cases, however, extubation may be extremely difficult or even impossible with two major reasons being responsible for this: firstly, laryngeal edema, where the cuff leak test and steroid treatment are well established procedures aimed at diagnosing and treating potential laryngeal complications and secondly, the presence of (chronic) re-

spiratory failure despite sufficient treatment of acute respiratory failure. This can result in post-extubation failure following extubation or weaning failure and noninvasive ventilation has been increasingly used in both scenarios. Currently, specialised weaning centres are being established and certified in Germany aimed at managing the complex tasks for patients with prolonged weaning.

Keywords

Laryngeal edema · Noninvasive ventilation · Postextubation failure · Reintubation · Weaning

Ursachen einer schwierigen Extubation auf dem Boden eines Weaningversagens

Die Pathophysiologie eines Weaningversagens ist vielfältig (■ **Tab. 2**, [1]). Sollte eine Extubation oder Dekanülierung auf dem Boden eines gescheiterten Spontanatmungsversuches oder gar einer fehlenden Entwöhnungsbereitschaft nicht möglich sein, müssen alle hierfür potenziell möglichen Ursachen in Erwägung gezogen werden und entsprechende therapeutische Maßnahmen eingeleitet werden.

Nicht wenige Einschränkungen, wie z. B. ein Siederungsüberhang, metabolische Störungen oder eine Atemwegs-

obstruktion, können therapeutisch deutlich verbessert werden, sodass dann eine Extubation/Dekanülierung möglich wird. Es gibt jedoch Bedingungen, die eine dauerhafte Einschränkung der Atempumpe mit Erhöhung der atemmuskulären Last und Erniedrigung der atemmuskulären Kraft produzieren, weshalb eine Extubation im Sinne eines Weaningversagens nicht möglich ist. Als klinisch relevantes und häufiges Beispiel sei die chronische ventilatorische Insuffizienz im Rahmen einer COPD genannt. Bei einer beispielhaft invasiv beatmungspflichtigen Pneumonie kann in diesem Fall die Extubation auf dem Boden dieser chronischen Einschränkung erschwert sein, auch wenn

Tab. 1 Internationale Weaning-Klassifikation [1]		
Gruppe	Kategorie	Definition
1	Einfaches Weaning	Erfolgreiches Weaning nach dem ersten Spontatmungsversuch und dem ersten Extubation
2	Schwieriges Weaning	Erfolgreiches Weaning beim ersten Spontatmungsversuch, erfolgreiches Weaning aber spätestens beim dritten Spontanatmungsversuch oder innerhalb von sieben Tagen nach dem ersten erfolglosen Spontanatmungsversuch
3	Prolongiertes Weaning	Erfolgreiches Weaning erst nach mindestens drei erfolglosen Spontanatmungsversuchen oder Beatmung länger als sieben Tage nach dem ersten erfolglosen Spontatmungsversuch

Tab. 2 Pathophysiologie des Weaningversagens	
Erhöhte atemmuskuläre Last	Reduzierte Compliance
	Atemwegsobstruktion
	Tubusatmung
	Erhöhter ventilatorischer Bedarf
	– Gasaustauschstörung
	– Anämie
Erniedrigte atemmuskuläre Kapazität	– Herzinsuffizienz
	– Metabolische Azidose
	Störung der Atemmechanik
	– COPD/Überblähung
	– Thoraxdeformitäten
	– Adipositas
Nervale Schädigung	Beatmungsassoziiertes Zwerchfellschaden
	Myopathien (z. B. M. Duchenne)
	Zwerchfellparese
Atemantriebsstörungen	Neuropathien (z. B. Amyotrophe Lateralsklerose)
	Störungen der neuromuskulären Endplatte
	Primär (Undine-Fluch-Syndrom)
	Sekundär
	– Vaskulär
Neuropsychologische Störungen	– tumorbedingt
	– Metabolische Alkalose
	– Sedativa
	Delir
Kardiale Einschränkungen	Angst, Depression
	Medikamente
	Linksherzinsuffizienz
	Diastolische Funktionsstörung
Andere Störungen	Pulmonale Hypertonie
	Herzrhythmusstörungen
	Malnutrition/Adipositas
	Anämie
	Endokrinologische Störungen
	Metabolische Störungen

die Pneumonie suffizient behandelt ist. Auf die Komplexität der chronischen respiratorischen (ventilatorischen) Insuffizienz bei einer COPD und anderen internistischen Erkrankungen sei an dieser Stelle hingewiesen [26, 27].

Nichtinvasive Beatmung

Die nichtinvasive Beatmung (NIV) hat sich in den letzten zwei Jahrzehnten in der Intensivmedizin etabliert. Ihren Stellenwert hat die NIV primär in der Behandlung der akuten respiratorischen Insuffizienz erzielt. Auch hier existiert eine entsprechende Leitlinie unter der Federführung der DGP [24].

Durch einen frühzeitigen Einsatz der NIV können Intubations- und Komplikationsraten reduziert werden und dadurch die Prognose für vielen Patienten verbessert werden, was insbesondere für die akut exazerbierte COPD und das Lungenödem gut etabliert ist [24]. Wichtig erscheint die Erkenntnis, dass die NIV keinen kompetitiven Therapieansatz zur invasiven Beatmung nach Intubation darstellt. Die NIV muss vielmehr als Ergänzung der intensivmedizinischen Möglichkeiten verstanden werden, indem sie bei frühzeitigem Einsatz die Intubation und tubusassoziierte Komplikationen vermeiden kann. Demgegenüber sind die Grenzen der NIV bei schwerster respiratorischer Insuffizienz und der Notwendigkeit zur sofortigen, lebensrettenden oder lebenserhaltenden Aufrechterhaltung der respiratorischen Funktion gut reflektiert [24]. Schließlich bietet die NIV eine Therapieoption für Patienten mit einer DNI („do not intubate“)-Order.

NIV bei schwieriger Extubation

Bei schwieriger Extubation bestehen grundsätzlich drei Szenarien, bei welchen die NIV sinnvoll eingesetzt werden kann (Abb. 1).

- Die akute Anwendung der NIV nach Extubation zur Vermeidung eines Postextubationsversagens.
- Die Anwendung der NIV nach Dekanülierung einer Trachealkanüle im Rahmen eines prolongierten Weanings, nachdem eine Extubation aufgrund von Entwöhnungsschwierigkeiten nicht möglich gewesen ist.
- Die außerklinische Beatmung mittels NIV bei fortbestehender chronischer respiratorischer Insuffizienz zur Verbesserung von Lebensqualität und Langzeitprognose,
 - nach prolongiertem Weaning,
 - nach Akutanwendung zur Vermeidung eines Postextubationsversagens oder
 - auch nach weniger schwieriger Extubation, wenn die Langzeit-NIV elektiv bei fortbestehender chronischer Hyperkapnie eingeleitet wird.

NIV beim Postextubationsversagen

Eine große Studie hat zunächst gezeigt, dass mittels NIV eine Re-Intubation nicht zu vermeiden ist, dass aber der Einsatz der NIV sogar eine notwendige Re-Intubation kritisch hinauszögern kann und damit eine erhöhte Sterblichkeit auf der Intensivstation produzieren kann [10]. Allerdings haben viele teilnehmende Zentren offensichtlich nur wenige Patienten eingeschlossen (221 Patienten in 37 Zentren). Zudem wurde nach Extubation nicht sofort mit der NIV begonnen, sondern erst bei respiratorischer Verschlechterung anhand definierter Kriterien. Schließlich erfolgte auch keine Risikostratifizierung. Die generelle Beurteilung, NIV könne also bei respiratorischer Insuffizienz nach Extubation primär schaden als nutzen, kann so sicherlich nicht stehen gelassen werden. Dennoch zeigt die Studie, dass Vorsicht geboten ist und dass eine Verzögerung einer notwendigen Re-Intubation auch prognostisch ungünstig für den Patienten sein kann.

Demgegenüber zeigen allerdings neuere Studiendaten sehr wohl den potenziellen Stellenwert einer NIV zur Vermeidung eines Postextubationsversagens. Dabei wurden Patienten mit erfolgreichem Spontanatmungsversuch extubiert, aber direkt anschließend mit NIV behandelt, wenn sie einen Risikofaktor für eine mögliche Re-Intubation hatten (Alter >65 Jahre, Herzinsuffizienz, APACHE-II >12; [14]), wodurch ein Postextubationsversagen zu vermeiden gewesen war. Insbesondere bei Patienten, die nach Extubation hyperkapnisch sind, kann die NIV prognostisch günstig sein [13, 14]. Voraussetzung für den NIV-Erfolg sind somit

- Patientenselektion (Risikofaktoren),
- frühe NIV-Applikation direkt nach Extubation und
- Erfahrungen des Behandlungsteams mit der NIV.

NIV im Rahmen des Weanings

Patienten, die nicht von der invasiven Beatmung zu entwöhnen sind, können durchaus im Weaningprozess beschleunigt werden, wenn sie von invasiver Beatmung auf eine nichtinvasive Beatmung umgestellt werden. Die betrifft grundsätzlich zwei verschiedene Szenarien:

- Die Extubation trotz gescheitertem Spontanatmungsversuch mit direk-

ter Fortsetzung der Beatmung mittels NIV. Bereits 1998 konnte gezeigt werden, dass so mit der invasiven Beatmung assoziierte Komplikationen reduziert werden können und sich der Weaningerfolg verbessern lässt [22]. Zudem kann die Tracheotomieerheblich reduziert werden [12]. Ein solches Vorgehen verlangt eine hohe NIV-Erfahrung im Behandlungsteam und eignet sich insbesondere für Patienten, bei denen eine Langzeitbeatmung vermutet werden kann (chronische respiratorische Insuffizienz).

- Die NIV nach Dekanülierung, wobei im Rahmen einer invasiven Beatmung zuvor eine Tracheotomie durchgeführt worden war. Viele Patienten können so auch nach vielen Wochen einer invasiven Beatmung noch von der Kanüle entwöhnt werden [23]. Diese Gruppe teilt sich in die Patienten, die die NIV nur vorübergehend in der Klinik benötigen, und die, welche die NIV als außerklinische Beatmung weiterführen.

Außerklinische Beatmung: invasiv vs. NIV

Bei Patienten mit pulmonalen Vorerkrankungen/chronischer respiratorischer Insuffizienz ist die Rehospitalisierungsrate extrem hoch und die Langzeitprognose schlecht, sobald eine zunächst erfolgreiche, intensivmedizinische Behandlung notwendig geworden ist [3]. Eine schwierige Extubation auf dem Boden von Entwöhnungsschwierigkeiten muss daher auch immer Anlass dazu geben, einen langfristigen Therapieplan zu erstellen, der über die aktuelle intensivmedizinische Behandlung hinausgeht.

Bei diesen Patienten muss immer eine außerklinische Beatmung evaluiert werden. Dies ist primär mittels NIV anzustreben. Die Langzeit-NIV wird entweder fortgesetzt, nachdem diese im Weaning notwendig geworden war, oder bei Risikopatienten im zeitnahen Verlauf elektiv etabliert.

Sollte eine Dekanülierung nach Tracheotomie nicht möglich sein (erfolgloses Weaning), muss eine außerklinische invasive Langzeitbeatmung in Erwägung gezogen werden. Diese Beatmung ist auf-

wendig und bedarf in der Regel eine außerklinische Betreuung mit Betreuung durch einen intensivmedizinisch erfahrenen und entsprechend qualifizierten Pflegedienst. Eine außerklinische Beatmung erfordert zudem

- eine strenge Indikationsstellung,
- eine individuell angepasste Einstellung der Beatmung mit Verordnung aller notwendigen Hilfsmittel,
- ein professionelles Überleitmanagement sowie
- die stationäre Wiederaufnahme dieser Patienten bei Notfallbehandlungen oder Routinekontrolluntersuchungen.

Aus diesen Gründen ist auch die außerklinische Beatmung an entsprechende Zentren gebunden. Auf die entsprechende Leitlinie der DGP sei an dieser Stelle hingewiesen [28].

Fazit für die Praxis

- Zwei wesentliche Bedingungen können zu erheblichen Extubationschwierigkeiten führen:
 - Das Larynxödem: Hier ist diagnostisch der Nebenlufttest relevant. Eine Differenz aus ex- und inspiratorischen Tidalvolumen bei entblocktem Tubus von mehr als 110 ml geht mit einem geringen Risiko für ein Larynxödem einher. Bei erhöhtem Risiko kommt die Steroidtherapie vor Extubation in Frage.
 - Die fortbestehende respiratorische Insuffizienz auch nach Behandlung der akuten respiratorischen Insuffizienz.
- Postextubationsversagen. Hier kann eine nichtinvasive Beatmung (NIV) die Re-Intubationsrate verringern. Erfolgsvoraussetzung sind die Patientenselektion, die frühe NIV-Applikation direkt nach Extubation sowie NIV-Erfahrungen im Team.
- Entwöhnungs- (Weaning-) Versagen. Bei prolongiertem Weaning ist nach Tracheotomie eine Behandlung in einem spezialisierten Weaning-Zentrum zu empfehlen. Bei gegebener NIV-Expertise kann die NIV auch frühzeitig vor Tracheotomie den Weaningerfolg verbessern.

Hier steht eine Anzeige.



Korrespondenzadresse



Prof. Dr. W. Windisch
Abt. Pneumologie –
Lungenklinik Merheim,
Kliniken der Stadt Köln
Ostmerheimer Str. 200,
51109 Köln
windischw@kliniken-koeln.de

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor weist für sich und seinen Koautor auf folgende Beziehung/en hin: Vortragshonorare von Firmen aus dem Bereich der Beatmungsmedizin.

Literatur

- Boles JM, Bion J, Connors A et al (2007) Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J* 29:1033–1056
- Cheng KC, Hou CC, Huang HC et al (2006) Intravenous injection of methylprednisolone reduces the incidence of postextubation stridor in intensive care unit patients. *Crit Care Med* 34:1345–1350
- Chu CM, Chan VL, Lin AWN et al (2004) Readmission rates and life threatening events in COPD survivors treated with non-invasive ventilation for acute hypercapnic respiratory failure. *Thorax* 59:1020–1025
- da Silva PS, Fonseca MC, Iglesias SB et al (2012) Nebulized 0.5, 2.5 and 5 ml L-epinephrine for post-extubation stridor in children: a prospective, randomized, double-blind clinical trial. *Intensive Care Med* 38:286–293
- Darmon JY, Rauss A, Dreyfuss D et al (1992) Evaluation of risk factors for laryngeal edema after tracheal extubation in adults and its prevention by dexamethasone. A placebo-controlled, double-blind, multicenter study. *Anesthesiology* 77:245–251
- Epstein SK (2002) Decision to extubate. *Intensive Care Med* 28:535–546
- Levine S, Nguyen T, Taylor N et al (2008) Rapid diaphragm atrophy of diaphragm fibers in mechanically ventilated humans. *N Engl J Med* 358:1327–1335
- Epstein SK, Ciubotaru RL (1998) Independent effects of etiology of failure and time to reintubation on outcome for patients failing extubation. *Am J Respir Crit Care Med* 158:489–493
- Epstein SK, Nevins ML, Chung J (2000) Effect of unplanned extubation on outcome of mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 161:1912–1916
- Esteban A, Frutos-Vivar F, Ferguson ND et al (2004) Noninvasive positive-pressure ventilation for respiratory failure after extubation. *N Engl J Med* 350:2452–2460
- Esteller More E, Ibanez J, Matino E et al (2005) Prognostic factors in laryngotracheal injury following intubation and/or tracheotomy in ICU patients. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 262:880–883
- Ferrer M, Esquinas A, Arancibia F et al (2003) Non-invasive ventilation during persistent weaning failure: a randomized controlled trial. *Am J Respir Crit Care Med* 168:70–76
- Ferrer M, Sellarés J, Valencia M et al (2009) Non-invasive ventilation after extubation in hypercapnic patients with chronic respiratory disorders: randomized controlled trial. *Lancet* 374:1082–1088
- Ferrer M, Valencia M, Nicolas JM et al (2006) Early noninvasive ventilation averts extubation failure in patients at risk: a randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med* 173:164–170
- Francois B, Bellissant E, Gissot V et al (2007) 12-h pretreatment with methylprednisolone versus placebo for prevention of postextubation laryngeal edema: a randomised double-blind trial. *Lancet* 369:1083–1089
- Funk GC, Anders S, Breyer MK et al (2010) Incidence and outcome of weaning from mechanical ventilation according to new categories. *Eur Respir J* 35:88–94
- Gaussorgues P, Boyer F, Piperno D et al (1988) Do corticosteroids prevent postextubation laryngeal edema? Prospective study of 276 adults. *Crit Care Med* 16:649
- Ho LI, Harn HJ, Lien TC et al (1996) Postextubation laryngeal edema in adults. Risk factor evaluation and prevention by hydrocortisone. *Intensive Care Med* 22:933–936
- Kastanos N, Estopa Miro R, Marin Perez A et al (1983) Laryngotracheal injury due to endotracheal intubation: incidence, evolution, and predisposing factors. A prospective long-term study. *Crit Care Med* 11:362–367
- MacDonnell SP, Timmins AC, Watson JD (1995) Adrenaline administered via a nebulizer in adult patients with upper airway obstruction. *Anaesthesia* 50:35–36
- Miller RL, Cole RP (1996) Association between reduced cuff leak volume and postextubation stridor. *Chest* 110:1035–1040
- Nava S, Ambrosino N, Clini E et al (1998) Noninvasive mechanical ventilation in the weaning of patients with respiratory failure due to chronic obstructive pulmonary disease. A randomized, controlled trial. *Ann Int Med* 128:721–728
- Schönhofer B, Euteneuer S, Nava S et al (2002) Survival of mechanically ventilated patients admitted to a specialised weaning centre. *Intensive Care Med* 28:908–916
- Schönhofer B, Kühlen R, Neumann P et al (2008) Nichtinvasive Beatmung als Therapie der akuten respiratorischen Insuffizienz – S3-Leitlinie herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin. *Pneumologie* 62:449–479
- Torres A, Gatell JM, Aznar E et al (1995) Re-intubation increases the risk of nosocomial pneumonia in patients needing mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 152(1):137–141
- Windisch W (2009) Atemmuskulatur bei COPD. *Atemw Lungenkrkh* 35:289–295
- Windisch W (2009) Atemmuskulatur bei anderen internistischen Erkrankungen. *Atemw Lungenkrkh* 35:296–302
- Windisch W, Brambring J, Budweiser S et al (2010) Nichtinvasive und invasive Beatmung als Therapie der chronischen respiratorischen Insuffizienz. S2-Leitlinie herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e. V. *Pneumologie* 64:207–240