

Anaesthesist 2021 · 70:649–654
<https://doi.org/10.1007/s00101-021-00973-0>
 Online publiziert: 7. Mai 2021
 © Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2021



Timur Sellmann¹ · Clemens Maurer² · Serge C. Thal³

¹ Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Ev. Krankenhaus BETHESDA zu Duisburg GmbH, Duisburg, Deutschland

² Medizinische Klinik III – Lungen- und Bronchialheilkunde, Ev. Krankenhaus BETHESDA zu Duisburg GmbH, Duisburg, Deutschland

³ Klinik für Anästhesiologie, Helios Universitätsklinikum Wuppertal, Wuppertal, Deutschland

Nichtinvasive Beatmungs- und Lagerungstherapie bei COVID-19

Kasuistik und Literaturübersicht

Die Kombination aus Lagerungs- und nichtinvasiver Beatmungs-therapie kann bei COVID-19 eine Oxygenierungsstörung verbessern, sodass eine Intubation vermieden und der Intensivaufenthalt günstig beeinflusst werden könnten.

Falldarstellungen

Anamnese, Befund, Diagnose

Die Patienten (männlich, 77 und 63 Jahre alt) wurden bei V. a. COVID-19 mit progredienter respiratorischer Insuffizienz Typ I auf die Intensivstation aufgenommen. Klinisch zeigten sich von der ausgeprägten Hypoxie, auch im Verlauf, wenig beeinträchtigte, kreislaufstabile Patienten. Der Body-Mass-

Index (BMI) des 77-jährigen Patienten betrug 24,2 kg/m², beim 63-jährigen 30,9 kg/m². Bei dem jüngeren Patienten waren nebenbefundlich noch eine arterielle Hypertonie, ein paroxysmales Vorhofflimmern sowie eine Haselnussallergie bekannt; der 77-jährige Patient litt ebenfalls an einer arteriellen Hypertonie, einem Diabetes mellitus Typ 2 mit diabetischem Fußsyndrom sowie einem obstruktiven Schlafapnoesyndrom mit einer bereits etablierten Heim-CPAP-

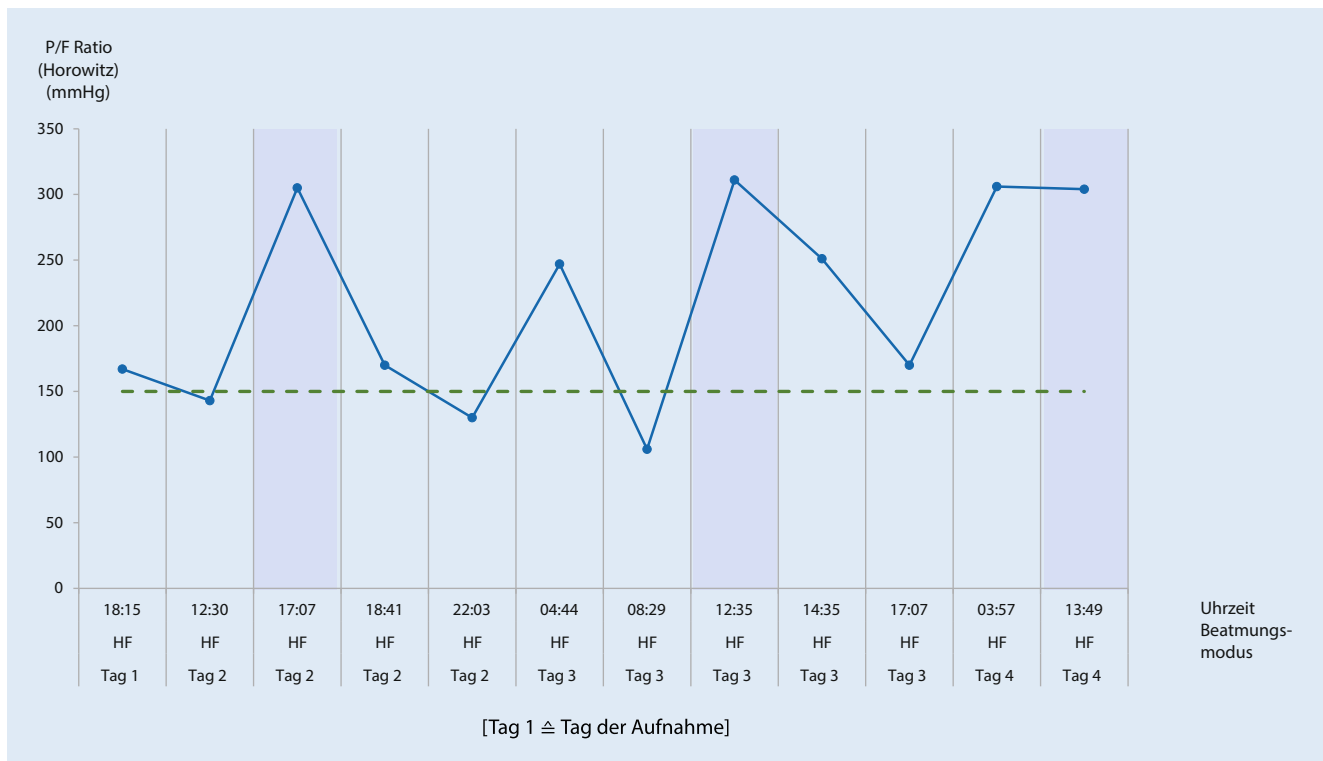


Abb. 1 ▲ Arterielle BGA (Auszüge), Patient 1



Abb. 2 ▲ Arterielle BGA (Auszüge), Patient 2

Therapie. Operativ bestand ein Z.n. Nephrektomie links.

BGA und Labor

In den BGA führend Zeichen einer ausgeprägten Hypoxämie (Abb. 1 und 2). Bei beiden Patienten gelang der Nach-

weis von SARS-CoV-2 mittels PCR aus dem Nasopharyngealabstrich.

Die pH-Werte betragen zwischen 7,448 und 7,52 bei einem p_aCO₂ zwischen 24,4 und 40,4 mmHg bei dem 77-jährigen Patienten, sowie pH zwischen 7,417 und 7,53 bei p_aCO₂-Werten zwischen 31 und 48 mmHg beim 63-jährigen Patienten. Beide Patienten wa-

ren tachypnoisch mit Atemfrequenzen zwischen 25/min und 30/min (77 Jahre) bzw. 18/min und 30/min (63 Jahre).

Bildgebung

Radiologisch zeigten sich deutliche subpleural gelegene, bilaterale Infiltrate, vereinbar mit COVID-19 (Abb. 3).

Auf eine weiterführende CT-Diagnostik wurde in Ermangelung klinischer Konsequenzen und zum Schutz des Personals und anderer Patienten verzichtet.

Therapie und Verlauf

Nachdem eine Erhöhung der O₂-Fluss-Rate auf 6–8 l/min über die Mund-Nasen-Maske keine Besserung brachte, wurde im ersten Fall „high flow“, im zweiten Fall zusätzlich CPAP bzw. NIV verwendet. Trotzdem kam es erneut zu schweren Hypoxämien.

Währenddessen wurden die Patienten wiederholt und erfolgreich aufgefordert, sich mehrmals am Tag über Stunden in Seit- bzw. Bauchlage (Abb. 1 und 2) zu lagern. Durch diese Kombination aus Beatmungs- und Lagerungstherapie gelang es in beiden Fällen, eine Intubation zu vermeiden und die Patienten nach 5 bzw. 14 Tagen deutlich gebessert auf die Normalstation zu verlegen.

Auf eine der im aktuellen COVID-Kontext spezifisch angewendeten medikamentösen Therapien, z. B. Rekonvaleszentenplasma, Virostatika oder Glukokortikoide, wurde verzichtet; lediglich eine empirische antibiotische Therapie kam in beiden Fällen zum Einsatz.

Im Rahmen der zweiten Pandemiewelle kommen dieses therapeutische Regime sowie die Gabe von Glukokortikoiden nunmehr regelhaft zur Anwendung. Eine Übersicht über alle intensivmedizinisch behandelten COVID-19-Patienten an unserem Standort, unterteilt nach keine Lagerungsintervention, Lagerungsintervention und primärer endotrachealer Intubation, zeigt Tab. 1.

Diskussion

Diese Fallbeschreibungen einer erfolgreichen Lagerungs- und nichtinvasiven Beatmungstherapie bei intensivpflichtigen COVID-19-Patienten aus Deutschland entstammen der ersten COVID-19-Welle (Anfang 2020). Durch diese Kombination konnten eine Intubation vermieden und damit möglicherweise auch der Intensivaufenthalt günstig beeinflusst werden. Unsere Erfahrungen beeinflussen auch die Behandlung der Patienten der zweiten Coronawelle (ab Oktober

Anaesthesist 2021 · 70:649–654 <https://doi.org/10.1007/s00101-021-00973-0>
© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2021

T. Sellmann · C. Maurer · S. C. Thal

Nichtinvasive Beatmungs- und Lagerungstherapie bei COVID-19. Kasuistik und Literaturübersicht

Zusammenfassung

Schwere Verläufe von COVID-19 führen bei Versagen einer unterstützenden nichtinvasiven Beatmung („high flow“, CPAP bzw. NIV) zur Eskalation der Therapie mit orotrachealer Intubation und anschließender Bauchlagerung. In dem vorliegenden Fallbericht werden zwei COVID-19-Patienten mit schwerer refraktärer Hypoxämie unter eskalierter nichtinvasiver Beatmungstherapie aus der ersten Pandemiewelle (erstes Halbjahr 2020) sowie das dadurch beeinflusste Vorgehen in der zweiten Pandemiewelle (seit 10/2020) vorgestellt. Beide Patienten (Alter: 63 und 77 Jahre) lagerten sich bereits vor Indikationsstellung einer Intubation selbstständig auf die Seite bzw. auf dem Bauch, was zu einer prompten

Verbesserung der Oxygenierung führte. Die Oxygenierungsstörung verbesserte sich unter regelmäßiger Lagerungstherapie und NIV in den folgenden Tagen, sodass die Patienten nach 5 bzw. 14 Tagen von der Intensivstation verlegt werden konnten. Der Fallbericht zeigt zusammen mit anderen Berichten, dass eine Bauch- oder Seitenlagerung bei wachen, noch nicht intubierten Patienten einen wichtigen Stellenwert bei der Behandlung einer SARS-CoV-2-Pneumonie haben könnte.

Schlüsselwörter

SARS-CoV2 · „High-flow nasal cannula“ · Beatmungsstrategie · Intubation · Beatmung · Bauchlagerung · Hypoxämie

Noninvasive ventilation and positional therapy in COVID-19. Case report and literature review

Abstract

If noninvasive ventilation (NIV or high-flow CPAP) fails in severe cases of COVID-19, escalation of treatment with orotracheal intubation and intermitted prone positioning is provided as standard care. The present case reports show two COVID-19 patients with severe refractory hypoxemia despite NIV treatment during the first wave (first half year 2020) and the resulting influence on the treatment regimen during the second wave (since October 2020) of the pandemic. Both patients (aged 63 years and 77 years) voluntarily positioned themselves on the side or in a prone position without prior sedation and oral intubation. Positional treatment promptly improved the arterial oxygenation

level. The oxygenation index improved in the following days with continued NIV and intermittent prone and side position. The recovered patients were transferred from the intensive care unit at days 5 and 14, respectively after admission. The case reports, along with other reports, show that prone or lateral positioning may be important in the treatment of SARS-CoV-2 pneumonia in awake and not yet intubated patients.

Keywords

SARS-CoV2 · High-flow nasal cannula · Ventilation strategy · Ventilation · Intubation · Prone positioning · Hypoxemia

2020) und sind ebenfalls dargestellt und zeigen den Einfluss dieser Therapiekombination.

Datenlage

Insgesamt ist die „case fatality rate“ (CFR) für COVID-19-Patienten auf Intensivstationen im internationalen Vergleich hoch (33 % bei einer durchschnittlichen Intensivliegedauer von 9 Tagen) [1]. Bei Einsatz einer mechanischen Ventilation

steigt die Letalität hier auf bis zu 59 %. Daten aus der BRD zeigen eine CFR von 72 % in der Gruppe mechanisch ventilierter Patienten >80 Jahre [2]. Während unsere Daten eine grundsätzlich vergleichbare CFR in den Gruppen „keine Intervention“ bzw. „Bauchlage, gesamt“ zeigen, konnte eine günstigere CFR nach alleiniger Lagerungstherapie (ohne endotracheale Intubation) gezeigt werden. Alle Patienten dieser Gruppen wurden gleichzeitig auch noninvasiv

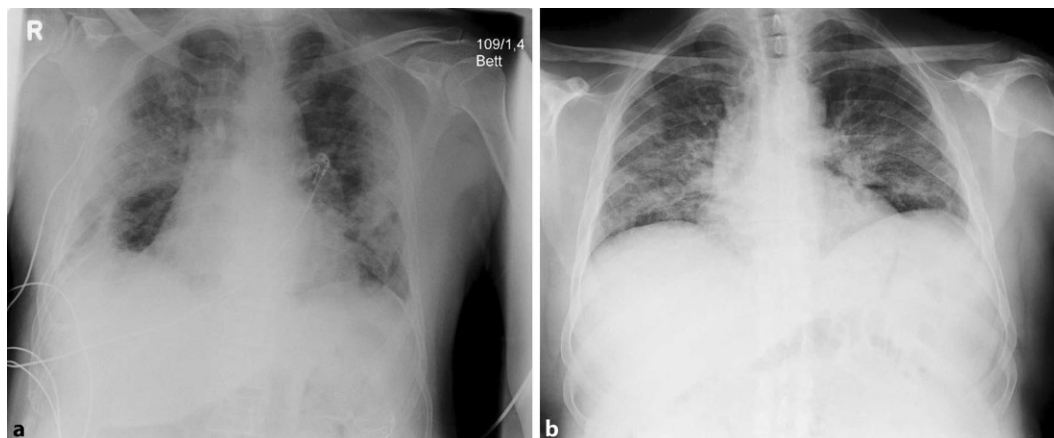


Abb. 3 ◀ Röntgenaufnahmen der beiden Patienten. COVID-19-typische Infiltrate bei Patient 1 (a) und bei Patient 2 (b)

beatmet oder erhielten „High-flow-nasal-cannula“ (HFNC)-Unterstützung. Die CFR in den Gruppen mit endotrachealer Intubation war hoch, wobei die Mortalität in der Gruppe sekundär intubierter Patienten (nach Incompliance bei Bauchlagerung und NIV) etwas geringer ausfiel als in der Gruppe primär Intubierter (66,7 % vs. 87,5 %). Diese Ergebnisse reißen sich in die kontroverse Diskussion zum Einsatz bzw. zur Beendigung einer NIV bei COVID-19 ein, obwohl grundsätzlich eine physiologisch begründbare Rationale für diesen Therapieansatz besteht. Angeführte Argumente für bzw. wider den Einsatz von NIV beinhalten die grundsätzliche Unsicherheit beim Einsatz während akuter respiratorischer Insuffizienz Typ I (hypoxisch), Aerosolbildung mit erhöhter Ansteckungsgefahr für Pflegepersonal sowie die verzögerte endotracheale Intubation [1]. Obwohl unsere Daten keinen Trend zu einer erhöhten CFR bei verzögerter (sekundärer) Intubation im Vergleich zur zeitnahen (primären) endotrachealen Intubation zeigen, sind diese Zahlen zu gering, um repräsentativ zu sein. Mittlerweile existiert eine Reihe an Publikationen zu dem Thema. Auszüge der verfügbaren Literatur zum Einsatz von NIV bei COVID-19 zeigt **Tab. 2**.

Weitere Studien sind bereits geplant (z. B. clinicaltrials.org: NCT04350723, NCT04358939, NCT04344587, NCT04347941, NCT04350723 und NCT04366856) oder bereits laufend (NCT03095300). Auch existieren bereits erste nationale und internationale Leitlinien und

Übersichtsartikel zu diesem Thema [1, 3–6].

Gefährdung des Personals

Empfehlungen zur HFNC und NIV bei COVID-19 sind zurückhaltend bzw. unter Beachtung des Eigenschutzes formuliert [4, 12]. Gründe hierfür sind Gefährdung von (Mit)Patienten und Personal durch Aerosolbildung sowie erhöhte Mortalität bei Verzögerung der Intubation. Durch Kohortierung bzw. Einzelzimmerversorgung konnte eine Gefährdung von Mitpatienten ausgeschlossen werden. Aufgrund intensiver Schulungen sowie umfassender Schutzausrüstung wurde auf der Intensivstation, auf der die beiden Patienten versorgt wurden, bislang keine berufsbedingte Infektion des Personals gemeldet.

Zeitpunkt der Intubation

Eine NIV bei mittelschwerem und schwerem ARDS ist mit einem Therapieversagen > 50 % und (bei schwerem ARDS) mit Mortalitätsraten um 50 % assoziiert. Kritische Grenze scheint ein P/F-Verhältnis (Horowitz) < 150 mm Hg zu sein [12]. Beide Patienten unterschritten diese Schwelle mehrfach im Verlauf, jedoch konnte unsere Therapie diese Zustände jederzeit zuverlässig durchbrechen. Diese Beobachtung steht im Einklang mit der verfügbaren Literatur (**Tab. 2**), die v. a. ein „proof of concept“ der Kombinationstherapie beschreibt. Derzeit ist der Zeitpunkt der Intubation auch noch Gegenstand der Diskussion [4, 12].

Akzeptanz

In der Literatur werden Lagerungsphasen zwischen Minuten [7] und Stunden [9] beschrieben, mit unterschiedlicher Akzeptanz. In unseren Fällen war eine individuelle und liberale Lagerungstherapie erfolgreich. Während vom dem 77-jährigen Patienten ausschließlich eine Seitlagerung toleriert wurde, konnte der 63-jährige Patient mehrfach am Tag über Stunden auf dem Bauch (bzw. in 135°) liegen oder sitzen. In einem französischen Fallbericht konnte eine Verbesserung der Compliance durch eine supportive Benzodiazepinsedierung erreicht werden [13]. Eine weitere Arbeit schlägt eine Lagerung vor, in der die minder betroffenen Lungenareale gezielt oben liegen. Hilfreich können u. U. auch spezielle Lagerungsutensilien sein [11]. Wir arbeiten bevorzugt mit Morphin (2,5–10 mg i.v.) sowie Promethazin (25 mg i.v.) als „Off-label“-Bedarfsmedikation und verwenden Lagerungshilfen der Fa. Trulife (Oasis Elite und Positionierpolster Prone Pad, Fa. Trulife, Dublin, Irland).

Therapieversager

In der bislang publizierten Literatur wird eine Versagerate zwischen 32,2 % und 35,6 % für HFNC sowie zwischen 27,9 % und 61,5 % für CPAP/NIV berichtet; speziell für die CPAP-Therapie mit Helm werden bis zu 44,6 % berichtet [4]. Da das NIV- (HFNC)-Therapieversagen mit einer erhöhten Letalität gegenüber dem Grundkollektiv gekennzeichnet ist [2, 4], kommt dem Zeitpunkt eines Therapieab-

Tab. 1 Intensivmedizinisch behandelte COVID-19-Patienten; zweite Pandemiewelle						
Alter (Jahre)	Geschlecht (m/w)	APACHE	ICU-LOS	Bauchlage	ETI	CFR
1. Keine Intervention (n = 16)						
66 (±16,9)	11/5	15 (±7,4)	6 (±3,3)	0	0	37,5% (6/16) ^a
2. Bauchlage, gesamt (n = 15)						
64 (±11,7)	14/1	10 (±4,7)	15 (±9,4)	15	6	33,3% (5/15)
2.1 Nur Bauchlage						
60 (±11,5)	8/1	10 (±5,3)	12 (±7,1)	9	0	11,1% (1/9)
2.2 Sekundäre ETI (nach Bauchlage)						
72 (±7,9)	6/0	11 (±4)	19 (±11,6)	6	6	66,7% (4/6)
3. Sofortige ETI (n = 8)						
72 (±10,9)	4/4	17 (±8,3)	15 (±13,8)	8	8	87,5% (7/8)

Daten als Mittelwerte mit Standardabweichung
 APACHE Acute Physiology And Chronic Health Evaluation; ICU-LOS „ICU length of stay“ (Dauer des Aufenthalts auf der Intensivstation); CFR „Case fatality rate“; ETI Endotracheale Intubation
^aBereinigt nach Therapieverzicht (5 Patienten): CFR = 9% (1/11); APACHE 14 (±8,4); ICU-LOS 6,5 (±2,5)

Tab. 2 Literatur zur Lagerungstherapie bei Spontanatmung bei COVID-19									
Name	Pat. (n=)	Studienart	„Main outcome“	Verfahren	Lagerung	Ergebnisse	Akzeptanz	Nachhaltigkeit	Intubation/Mortalität
Coppo [4]	56 (St., ED; RHDU)	Prospektive Kohorte	P/F Vor/nach BL	O ₂ o. CPAP	3 h BL	Oxygenierung ↑ in BL (signifikant)	47 v. 56 mind. 3 h BL	Oxygenierung ↑ in 50% (23/46); ∅ signifikant zu Baseline	13 ETI 5 Tote (∅ Zusammenhang zu Studie)
Caputo [2]	50 (ED)	Kohorten-observation	Veränderung S _p O ₂	O ₂	O ₂ , dann BL (5 min)	S _p O ₂ von 84% auf 94% in BL	k. A.	k. A.	20 ETI (insgesamt), Tod = k. A.
Elharrar [5]	24 (St.)	Prospektive Kohorte	Anteil der Responder (p _a O ₂ ↑ ≥ 20% n. BL)	O ₂	BL	BL + Oxygenierung ↑: 25% BL (>3 h)	4/24: ≤ 1 h BL 5/24: 1–3 h BL 15/24: > 3 h BL	6/24 ↑ in BL 3/24 langfristig	5 ETI (n. 10 Tagen) Tod = k. A.
Sartini [9]	15 (St.)	Fallserie	S _p O ₂ , AF, Patientenkomfort	NIV (mehrere Zyklen)	BL	Während BL: AF↓, P/F + S _p O ₂ ↑	Komfort↑: 11 Pat. während, 13 n. BL	P/F + S _p O ₂ ↑ bei 12 Patienten	ETI = 1 Tod = 1
Xu [10]	10 (k. A.)	Fallserie	Veränderung P/F	HFNC	BL	P/F nach BL signifikant besser	k. A.	k. A.	0 ETI, 0 Tod
Froelich [6]	3 (k. A.)	Fallserie	Klin. Verlauf	O ₂	Lagerungstherapie	S _p O ₂ ↑ d. Lagerung	k. A.	k. A.	0 ETI, 0 Tod
Paul [8]	2 (Intensiv)	Fallserie/Review	Klin. Verlauf	HFNC/NIV	BL, Pat. selbst für 2–3 h mehrmals tägl.	S _p O ₂ ↑, F _i O ₂ ↓	Benzodiazepine zusätzlich	k. A.	Einmal ETI präinterventionell, beide Pat. verlegt

St. Station; ED „emergency department“ (Notaufnahme); RHDU „respiratory high dependency unit“; P/F „(ratio) pressure of arterialized oxygen/fraction of inspired oxygen“; S_pO₂ „saturation of peripheral (capillary) oxygen“; CPAP „continuous positive airway pressure“; BL Bauchlagerung; ETI endotracheale Intubation; k. A. keine Angabe; HFNC „high-flow nasal cannula“; NIV noninvasive Ventilation; AF Atemfrequenz; F_iO₂ fraction auf inspired oxygen

bruchs bzw. der endotrachealen Intubation eine herausragende Bedeutung zu [4]. Allerdings gibt es Hinweise, dass bereits etablierte Intubationsindikationen im Kontext von COVID-19 möglicherweise unterschiedlich bewertet werden [1, 2, 6]. In unserem Kollektiv mussten 6 von 15 Patienten mit initialer NIV (HFNC) und Bauchlage schließlich doch endotracheal intubiert werden, wovon 4

Patienten in der Folge verstarben. Die CFR, obgleich hoch, war dennoch geringer als in der Gruppe primär intubierter Patienten, bei jedoch geringerem APACHE-Score (11 vs. 17; **Tab. 1**). Gemäß der vorliegenden Dokumentation war es bislang v. a. eine klinische Entscheidung der behandelnden Ärzte, die NIV abbrechen und eine Intubation vorzunehmen.

Nachhaltigkeit

In beiden Fällen kam es initial nach Resupination zu Abfällen des P/F-Verhältnisses, was auch von anderen Autoren beschrieben wird (**Tab. 2**). Diese Beobachtung wird als „Derekrutierung“ durch Lagerungstherapie gedeutet. Unklar ist, ob Kurzzeitverbesserungen mittel- und langfristig die

Mortalität senken, analog üblicher prolongierter (Bauch)lagerungsintervalle bei schwerem ARDS [8]. Wir konnten im Verlauf stetig längere und nachhaltigere Verbesserungen der Oxygenierung beobachten, die weitere Lagerungsmaßnahmen überflüssig machten.

Mortalität

Die Sterblichkeit bei intensivpflichtigen COVID-19-Patienten wird je nach Kollektiv zwischen 62 % und 72 % angegeben [2, 14]. Derzeit ist von einem „publication bias“ in Anbetracht des hohen Anteils an Fallberichten für Lagerungsmaßnahmen unter NIV auszugehen, der den klinischen Erfolg über- und die Mortalitätsrate unterschätzen könnte. Während beide vorgestellten Patienten auf Normalstation verbleiben und konsekutiv in deutlich gebesserterem Zustand aus dem Krankenhaus entlassen werden konnten, liegt die CFR in unserem Kollektiv mit NIV und auch HFNC behandelten Patienten dennoch bei 46,2 % (18/39 Patienten). Korrigiert um 6 Patienten mit Therapieverzicht würde sich die Rate auf 36,4 % reduzieren (12/33 Patienten).

Fazit für die Praxis

- Bauchlagerung kann eine Therapieoption bei COVID-19 darstellen.
- „High flow“, CPAP und/oder NIV können bei COVID-19 unter strikter Beachtung von Kontraindikationen, aber auch Therapielimitierungen, in einem Überwachungsbereich sicher angewendet werden.
- Die Kombination aus beiden Maßnahmen kann im Einzelfall eine Intubation verhindern und den Erkrankungsverlauf günstig beeinflussen, jedoch darf eine indizierte, notwendige Intubation nicht hierdurch verzögert werden.
- Weitere Untersuchungen, v. a. auch zu NIV-Abbruch- bzw. Verzichtskriterien in diesem speziellen Krankheitskollektiv, sind notwendig und geplant.

Korrespondenzadresse

Dr. med. Timur Sellmann, MHBA
Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin,
Ev. Krankenhaus BETHESDA zu Duisburg GmbH
47053 Duisburg, Deutschland
t.sellmann@bethesda.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. T. Sellmann, C. Maurer und S.C. Thal geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien. Für Bildmaterial oder anderweitige Angaben innerhalb des Manuskripts, über die Patienten zu identifizieren sind, liegt von ihnen und/oder ihren gesetzlichen Vertretern eine schriftliche Einwilligung vor.

Literatur

Verwendete Literatur

1. Serafim RB, Póvoa P, Souza-Dantas V, Kalil AC, Salluh JIF (2021) Clinical course and outcomes of critically ill patients with COVID-19 infection: a systematic review. *Clin Microbiol Infect* 27(1):47–54. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2020.10.017>
2. Karagiannidis C, Mostert C, Hentschker C, Voshaar T, Malzahn J, Schillinger G, Klauber J, Janssens U, Marx G, Weber-Carstens S, Kluge S, Pfeifer M, Grabenhenrich L, Welte T, Busse R (2020) Case characteristics, resource use, and outcomes of 10 021 patients with COVID-19 admitted to 92 0 German hospitals: an observational study. *Lancet Respir Med* 8(9):853–862. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30316-7](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30316-7)
3. Bentley SK, Iavicoli L, Cherkas D, Lane R, Wang E, Atienza M, Fairweather P, Kessler S (2020) Guidance and patient instructions for proning and repositioning of awake, non-intubated COVID-19 patients. *Acad Emerg Med* 27(8):787–791. <https://doi.org/10.1111/acem.14067>
4. Kluge S, Janssens U, Welte T, Weber-Carstens S, Schälte G, Spinner CD, Malin JJ et al. S2k-Leitlinie – Empfehlungen zur stationären Therapie von Patienten mit COVID-19. AWMF-Register-Nr. 113/001
5. Kaya AG, Öz M, Erol S, Çiftçi F, Çiledağ A, Kaya A (2020) Prone positioning in non-intubated patients with COVID-19. *Tuberk Toraks* 68(3):331–336. <https://doi.org/10.5578/11.70164>
6. Venus K, Munshi L, Fralick M (2020) Prone positioning for patients with hypoxic respiratory failure related to COVID-19. *Cmaj* 192:E1532–E1537. <https://doi.org/10.1503/cmaj.201201>
7. Caputo ND, Strayer RJ, Levitan R (2020) Early self-proning in awake, non-intubated patients in the emergency department: a single ED's experience during the COVID-19 pandemic. *Acad Emerg Med* 27:375–378
8. Chad T, Sampson C (2020) Prone positioning in conscious patients on medical wards: a review of the evidence and its relevance to patients with

COVID-19 infection. *Clin Med*. <https://doi.org/10.7861/clinmed.2020-0179>

9. Coppo A, Bellani G, Winterton D, DiPierro M, Soria A, Faverio P, Cairo M, Mori S, Messinesi G, Contro E, Bonfanti P, Benini A, Valsecchi MG, Antolini L, Foti G (2020) Feasibility and physiological effects of prone positioning in non-intubated patients with acute respiratory failure due to COVID-19 (PRON-COVID): a prospective cohort study. *Lancet Respir Med*. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30268-X](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30268-X)
10. Elharrar X, Trigui Y, Dols AM, Touchon F, Martinez S, Prud'homme E, Papazian L (2020) Use of prone positioning in nonintubated patients with COVID-19 and hypoxemic acute respiratory failure. *JAMA*. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.8255>
11. Froelich S, Mandonnet E, Julia JB, Touchard C, Laloi-Michel M, Kevorkian JP, Gautier JF (2020) Towards individualised and optimised positioning of non-ventilated COVID-19 patients: putting the affected parts of the lung(s) on top? *Diabetes Metab*. <https://doi.org/10.1016/j.diabet.2020.05.009>
12. Kluge S, Janssens U, Welte T, Weber-Carstens S, Marx G, Karagiannidis C (2020) Recommendations for critically ill patients with COVID-19. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 115(3):175–177
13. Paul V, Patel S, Royse M, Odish M, Malhotra A, Koenig S (2020) Prone in non-intubated (PINI) in times of COVID-19: case series and a review. *J Intensive Care Med* 35(8):818–824
14. Xu Q, Wang T, Qin X, Jie Y, Zha L, Lu W (2020) Early awake prone position combined with high-flow nasal oxygen therapy in severe COVID-19: a case series. *Crit Care* 24:250

Weiterführende Literatur

15. Sartini C, Tresoldi M, Scarpellini P, Tettamanti A, Carcò F, Landoni G, Zangrillo A (2020) Respiratory parameters in patients with COVID-19 after using noninvasive ventilation in the prone position outside the intensive care unit. *JAMA*. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.7861>