

Herz 2020 · 45:329–331

<https://doi.org/10.1007/s00059-020-04923-1>

Received: 13 April 2020

Revised: 14 April 2020

Accepted: 14 April 2020

Published online: 20 April 2020

© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2020

Stefan Möhlenkamp¹ · Holger Thiele²¹ Klinik für Kardiologie und Internistische Intensivmedizin, Bethanienkrankenhaus Moers, Moers, Germany² Universitätsklinik für Kardiologie, Herzzentrum Leipzig, Universität Leipzig, Leipzig, Germany

Ventilation of COVID-19 patients in intensive care units

About 5–15% of patients with COVID (corona virus disease)-19 infection require intensive care surveillance and ventilatory support. Current recommendations suggest early intubation of COVID-19 patients mainly for two reasons: (1) severe hypoxemia with PaO₂/FiO₂ often <200 mm Hg, fulfilling Berlin criteria of moderate-to-severe acute respiratory distress syndrome (ARDS); and (2) to protect staff from viral transmission [1, 2]. Mortality during mechanical ventilation appears to be high, however, and lung-protective ventilation is mandatory. Gattinoni et al. reported that many patients with COVID-19 pneumonia are initially characterized by a relatively well-preserved lung compliance despite severe hypoxemia, which is generally not observed in typical ARDS [3, 4]. Their concept of “L-type” and “H-type” pneumonia was presented at an ESICM webinar on April 2, 2020 [5]. These contributions and current recommendations form the basis of this brief review.

The proposed COVID-19 pathophysiology is given in more detail elsewhere [4]. In brief, viral infection may lead to subpleural inflammation, an increase in vascular permeability, and interstitial oedema. Impaired (regional) vasoreactivity with vasoplegia may counteract hypoxic vasoconstriction and further increase shunt fraction, which can be easily estimated (■ Fig. 1, ①). The physiologic response to hypoxemia is increased ventilation with increased tidal volume and an increase in respiratory rate. An increased metabolic drive from inflammation, high fever, and a rise in oxygen consumption and demand further increases respiratory drive and breathing work. Patients need careful surveil-

lance for early detection of deterioration (■ Fig. 1, ②). Biomarkers are helpful in assessing the clinical trend. Current suggestions reserve the use of high-flow nasal oxygen (HFNO) or noninvasive ventilation (NIV) for mild hypoxemia, with airborne precautions and a low threshold for intubation to avoid viral nosocomial transmission to staff [1]. In addition, similar to ventilator-induced lung damage (VILI), stress and strain on the lung associated with noninvasively generated high tidal volumes may also cause patient self-induced lung injury (P-SILI). Unlike ARDS, the majority of COVID-19 lungs are not small and stiff (“baby lung”), but have a near-normal compliance and will likely not benefit from high positive end-expiratory pressure (PEEP). For COVID-19 patients, the precise role of early HFNO or NIV therapy in moderate to severe hypoxemia should be clarified in a clinical trial setting with a special focus on viral transmission to healthcare workers.

In worsening hypoxemia, additional end-organ failure, or in the presence of contraindications such as delirium, invasive mechanical ventilation is required. Timely intubation should be carried out by the most skilled operator in a small drilled team, preferably avoiding bag-mask ventilation, using rapid sequence induction, video-laryngoscopy, personal protective equipment, and end-tidal capnometry. Ventilator settings initially with lower PEEP and higher tidal volume than in typical severe ARDS can be adapted with targets as indicated (■ Fig. 1, ③④), with a PEEP of 8 cm H₂O, driving pressure <15 cm H₂O, and a plateau pressure to achieve tidal volumes of about 8 ml/kg predicted body

weight especially in hypercapnic patients to begin with. The PEEP can then be gradually up-titrated to about 15 cm H₂O as needed (■ Fig. 1, ⑤), keeping driving pressure (ΔP) low. Importantly, ΔP is not simply the difference between PEEP and plateau pressure, but the resulting tidal volume (VT) should be normalized to the respiratory system compliance (CRS), i.e., $\Delta P = VT/CRS$, and hence be adjusted to the size of the aerated lung. Tidal volume too low for the size of the aerated lung may lead to hypoventilation and atelectasis. A low compliance indicates a functional baby lung and usually responds to higher PEEP (■ Fig. 1, ⑥). By contrast, COVID-19 patients often do not have baby lungs. Instead, they usually benefit from early prone positioning for 16 h or longer depending on the effect, in order to improve ventilation–perfusion (V/Q) mismatch by redistributing pulmonary perfusion (■ Fig. 1, ⑦). Indeed, the concept of *L-type* and *H-type* COVID-19 pneumonia was proposed because many patients initially have low elastance (= high compliance), a limited PEEP response and low recruitability, and a low V/Q matching (L-type).

Some patients may develop “hyperinflammation” and aggravation of pulmonary oedema, partly due to viral infection, bacterial superinfection, VILI or P-SILI, heart failure, fluid overload, multi-organ dysfunction, or a combination of all of these factors. Worsening inflammation may indicate transition toward the H-type, characterized by high elastance (= low compliance), a higher recruitability and PEEP response, and a high right-to-left shunt [4, 5], i.e. typical ARDS. These patients may benefit from a further stepwise increase in

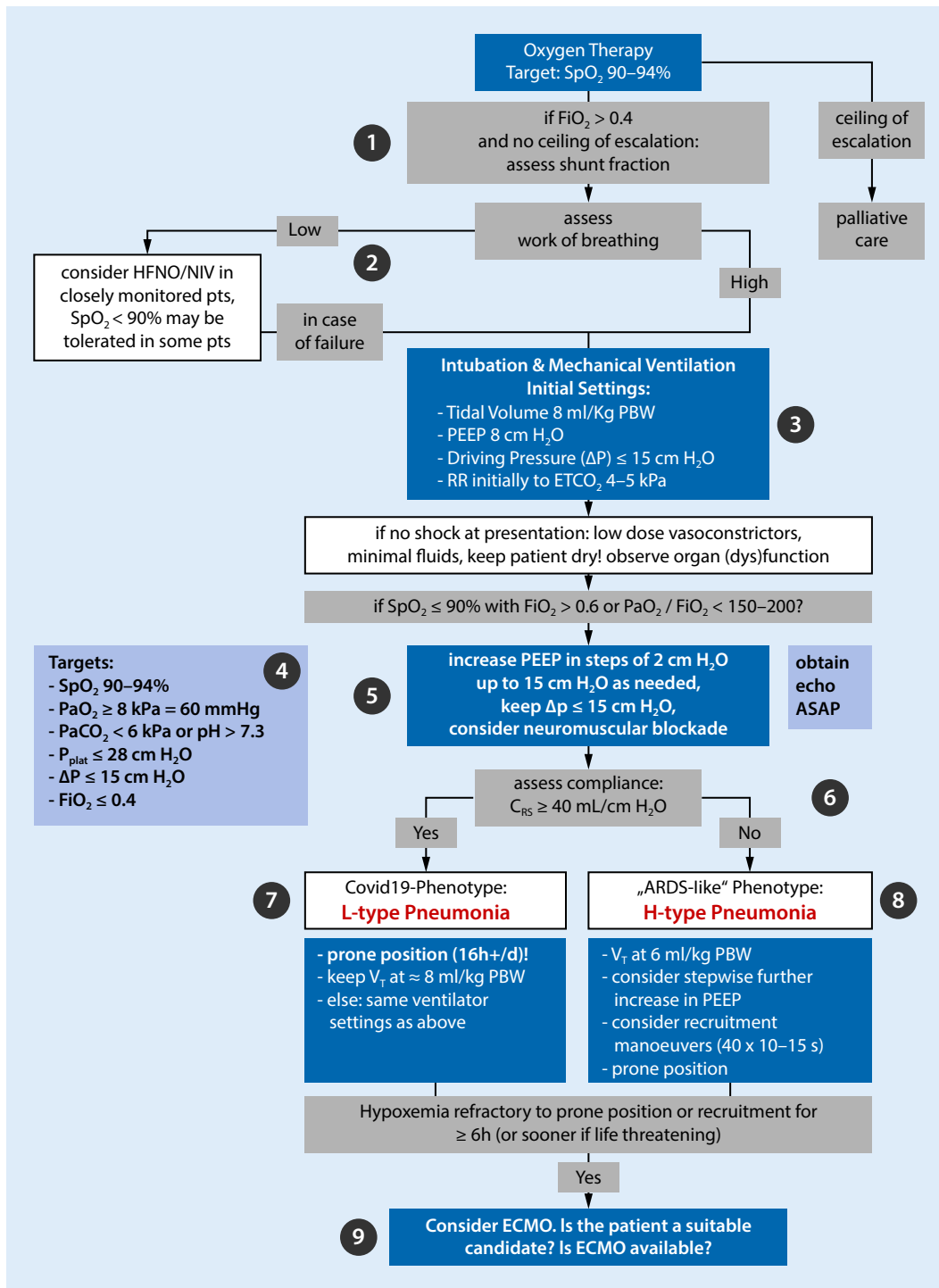


Fig. 1 ◀ Illustration of a ventilation strategy for COVID-19 patients. SpO₂ O₂ saturation, NIV noninvasive ventilation, MV mechanical ventilation, PBW predicted body weight, pts patients, HFNO high-flow nasal oxygen, ΔP driving pressure, RR respiratory rate, ETCO₂ end-tidal CO₂, V_T tidal volume, PEEP positive end-expiratory pressure, CRs compliance of the respiratory system, kPa kilopascal (to convert to mm Hg, use factor 7.5), (vv-)ECMO veno-venous extracorporeal membrane oxygenation. (Modified from [5])

PEEP even beyond 15 cm H₂O every 15–30 min, or possibly from recruitment maneuvers (Fig. 1, 8). Neuromuscular blockade may improve transpulmonary pressure and has an anti-inflammatory effect. Fluids should be restricted depending on cardiac pre-load, with a negative daily balance to reduce pulmonary oedema. Heparin should be

given to prevent pulmonary embolism and micro-thrombosis in this presumably pro-thrombotic disease. Other causes of respiratory failure should be repeatedly assessed. Clinical evidence of neurotropic effects of the virus should not be missed. If oxygenation is still inadequate and the patient is deteriorating, vv-ECMO (veno-venous extracorporeal

membrane oxygenation) must be considered (Fig. 1, 9).

In summary, ventilation of COVID-19 ICU patients is challenging because of the heterogeneous lung pathology that requires an individualized lung-protective ventilation strategy to improve outcome.

Corresponding address

Prof. Dr. med. Stefan Möhlenkamp
 Klinik für Kardiologie und Internistische
 Intensivmedizin, Bethanienkrankenhaus Moers
 Bethanienstr. 21, 47441 Moers, Germany
 stefan.moehlenkamp@bethanienmoers.de

Conflict of interest. S. Möhlenkamp and H. Thiele declare that they have no competing interests.

References

1. Phua J, Weng L, Ling L et al (2020) Intensive care management of coronavirus disease 2019 (COVID-19): challenges and recommendations. *Lancet Respir Med.* [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30161-2](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30161-2)
2. Alhazzani W, Møller MH, Arabi YM et al (2020) Surviving sepsis campaign: guidelines on the management of critically ill adults with coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Intensive Care Med.* <https://doi.org/10.1007/s00134-020-06022-5>
3. Gattinoni L, Coppola S, Cressoni M et al (2020) Covid-19 does not lead to a "typical" acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* <https://doi.org/10.1164/rccm.202003-0817LE>
4. Gattinoni L, Chiumello D, Caironi P et al (2020) COVID-19 pneumonia: different respiratory treatment for different phenotypes? *Intensive Care Med.* <https://doi.org/10.1007/s00134-020-06033-2>
5. Camporota L, Guerin C (2020) How to ventilate in COVID-19. https://esicm-tv.org/webinar1_live_20-how-to-ventilate-in-covid-19.html (ESICM-webinar on April 2nd). Accessed: 12 April 2020

Alternde Gesellschaft – Wie wollen wir sterben?

Repräsentative Studie gibt Aufschluss über Wünsche und Ängste zum Lebensende

Die Wünsche sind laut Umfrageergebnissen eindeutig: Nach einem langen Leben möchten die meisten Menschen schmerzfrei, nah am Gewohnten, selbstbestimmt, sozial eingebunden und gut versorgt aus dem Leben scheiden. „Damit sind sich alle einig darüber, was es heißt, 'gut' zu sterben: Frauen wie Männer, Junge wie Alte, Arme wie Reiche, Menschen mit und ohne Migrationshintergrund“, erklärt Catherina Hinz vom Berlin-Institut. „Welche Befürchtungen und Hoffnungen Menschen mit ihrem eigenen Lebensende verbinden, hängt aber auch wesentlich damit zusammen, ob sie Lücken in der Gesundheits- und Palliativversorgung vor Ort wahrnehmen und ob sie bereits Sterbenden zur Seite gestanden haben.“

Nicht nur während der aktuellen Ausnahmesituation, sondern auch in normalen Zeiten bleibt es vielen Menschen verwehrt, gemäß ihren Wünschen zu sterben. In Zukunft könnten Idealvorstellungen und Realität noch weiter auseinanderdriften. So würden beispielsweise 76 Prozent der Befragten ihr Lebensende am liebsten im Kreise ihrer Angehörigen verbringen. Gleichzeitig nimmt aber besonders unter den Älteren die Zahl der Einpersonenhaushalte seit Jahren zu. Mit den Babyboomern altern zudem jene Geburtsjahrgänge, die selbst nur wenige Kinder haben, die ihnen beistehen könnten.

Konrad Lampart von der Software AG – Stiftung betont: „Die Studie gibt auch Hoffnung: Die Mehrheit der Menschen ist bereit, sich um sterbende Angehörige oder Freunde zu kümmern. Dies ist eine Form des sozialen Zusammenhalts, die es ebenso zu stärken gilt wie den offenen Dialog über das Sterben. Denn wenn wir den Tod als Teil des Lebens begreifen und lernen ihm ohne Angst zu begegnen, kann uns das helfen, bewusster zu leben.“ Neben einem solchen Perspektivwechsel braucht es vor allem aber auch Entlastung für all diejenigen, die sich in der Sterbebegleitung engagieren. Ambulante Palliativdienste, das soziale Umfeld sowie der Arbeitgeber können dafür sorgen. Hier gibt es – so die Studie – Nachholbedarf: Bisher fühlen sich gerade einmal 22 Prozent ausreichend durch Freunde, Kirche oder Kommune unterstützt.

Viele Befragte kritisierten zudem die geringe Zahl an Hospizen oder die gängige Praxis, Sterbende noch ins Krankenhaus zu bringen – insbesondere, wenn sie bereits Sterbende begleitet haben. Zwar steigt die Zahl an Medizinerinnen und Pflegekräften mit palliativer Zusatzausbildung seit langem, doch nach wie vor fehlt es vielerorts an spezialisiertem Wissen, wie es etwa Hospize bereithalten. Die Studie fordert Institutionen, die sich um ältere Menschen kümmern, dazu auf, ihre Beschäftigten im Umgang mit Sterbenden fortzubilden, das Erlebte mit ihnen zu reflektieren und vermehrt auch (geschulte) Engagierte einzubinden, um eine bessere Betreuung zu gewährleisten.

Insgesamt gibt es einen Bedarf, sich anders mit der Endlichkeit des Lebens zu befassen, als es derzeit der Fall ist. 75 Prozent der Befragten betrachten es als Missstand, dass das Thema Sterben verdrängt wird. „Die Auseinandersetzung mit Sterben und Tod ist unerlässlich“, meint Doris Kreinhöfer von der Körber-Stiftung, „Ohne Auseinandersetzung kann der Einzelne nicht zu eigenen Vorstellungen und Wünschen kommen, ohne Auseinandersetzung wissen seine Nächsten nicht, wie und wo er sterben möchte, ohne Auseinandersetzung wissen wir nicht, welche Strukturen wir benötigen, um gutes Sterben zu ermöglichen.“ Die Studie fordert daher alle – Wissenschaft, Politik, Wirtschaft, Medien und jeden Einzelnen – dazu auf, dem Sterben einen neuen Platz in der Gesellschaft zu geben.

Die Studie **„Auf ein Sterbenswort – Wie die alternde Gesellschaft dem Tod begegnen will“** und weiteres Pressematerial stehen Ihnen gratis als Download zur Verfügung unter: <https://www.berlin-institut.org/publikationen/studien/auf-ein-sterbenswort> Die Studie wurde vom Berlin-Institut in Zusammenarbeit mit der Körber-Stiftung und der Software AG – Stiftung erstellt.