

Measurable patient benefit through digital healthcare networks for COVID-19 patients requiring intensive care in the Virtual Hospital NRW

S. Dohmen^{1*} · C. Benstoem^{1*} · S.W. Lemmen² · A. Eisert³ · A. Zarbock⁴ · G. Marx¹

► **Zitierweise:** Dohmen S, Benstoem C, Lemmen SW, Eisert A, Zarbock A, Marx G: Messbarer Patientennutzen durch ein intensivmedizinisches digitales Versorgungsnetzwerk für COVID-19-Patienten in der Vorstufe des Virtuellen Krankenhauses Nordrhein-Westfalen. Anästh Intensivmed 2021;62:431–440.
DOI: 10.19224/ai2021.431

* gleichberechtigte Erstautorinnen

- 1 Klinik für Operative Intensivmedizin und Intermediate Care, Innovationszentrum Digitale Medizin, Medizinische Fakultät RWTH Aachen, Aachen
(Direktor: Prof. Dr. G. Marx)
- 2 Zentralbereich für Krankenhausthygiene und Infektiologie, Medizinische Fakultät RWTH Aachen, Aachen
- 3 Zentralbereich Apotheke, Medizinische Fakultät RWTH Aachen, Aachen
- 4 Klinik für Anästhesiologie, operative Intensivmedizin und Schmerztherapie, Universitätsklinikum Münster, Münster
(Direktor: Prof. Dr. A. Zarbock)

Interessenkonflikt

G.M. erhielt finanzielle Unterstützung von B. Braun Melsungen, Sphingotec, 4TEEN4 Pharmaceuticals GmbH und ist Mitgründer der Clinomic GmbH. Alle weiteren Autoren geben an, dass keine Interessenkonflikte vorliegen.

Schlüsselwörter

Digitale Medizin – Telemedizin – COVID-19 – Intensivmedizin – Versorgungsforschung

Keywords

Digital Medicine – Telemedicine – COVID-19 – Critical Care – Health Services Research

Zusammenfassung

Hintergrund: Ende März 2020 hat die Landesregierung NRW mit der Vorstufe des Virtuellen Krankenhauses (VKH) als Teil ihrer COVID-19-Pandemiestrategie eine deutschlandweit einzigartige Versorgungsstruktur geschaffen, um alle Intensivbetten des Landes mit der Behandlungsexpertise eines Maximalversorgers auszustatten.

Fragestellung: Evaluation von Machbarkeit und Patientennutzen des digitalen Versorgungsnetzwerks VKH COVID-19.

Methodik: Das VKH COVID-19 bietet landesweit 24/7/365 tele-intensivmedizinische Konsile mittels Audio-Video-Verbindung durch Expertenzentren bei intensivpflichtiger COVID-19-Erkrankung an. Die Konsilanfrage erfolgt über eine webbasierte Plattform. Der datenschutzkonforme Austausch erfolgt über eine elektronische Fallakte.

Ergebnisse: Insgesamt schlossen sich 93 Krankenhäuser der Grund- und Regelversorgung dem digitalen Versorgungsnetzwerk VKH COVID-19 an. Insgesamt wurden im betreffenden Zeitraum (30.03.2020 bis 09.11.2020) 112 intensivpflichtige COVID-19-Patienten mit 790 tele-intensivmedizinischen Konsilen (im Mittel 7 pro Patient ($SD \pm 9,6$)) durch den Expertenstandort Uniklinik RWTH Aachen versorgt. Die lungenprotektive Beatmung (68,1 %, bei 538/790 Konsilen), die Negativbilanzierung (63,9 %, bei 505/790 Konsilen) und die Lagerungstherapie (46,4 % bei 52/112 Patienten) gehörten zu den häufigsten

Therapieempfehlungen. Die Verlegungsrate zum Maximalversorger betrug 8 %. Die Letalitätsrate intensivpflichtiger COVID-19-Patienten mit teleintensivmedizinischem Konsil lag bei 22,3 %. Im Kollektiv der beatmeten Patienten war die Letalitätsrate 34,2 %.

Schlussfolgerungen: Den Herausforderungen der COVID-19-Pandemie konnte durch die Etablierung des intensivmedizinischen digitalen Versorgungsnetzwerks VKH COVID-19 kompetent begegnet werden. Der Zugang zu einem Maximalversorger ist durch tele-intensivmedizinische Expertenkonsile in NRW zeit- und ortsunabhängig sichergestellt.

Summary

Background: At the end of March 2020, the state government in NRW created the Virtual Hospital COVID-19 as part of its pandemic strategy, a unique healthcare structure in Germany to provide all intensive care beds in the state with the expertise of a maximum care provider.

Objective: Evaluation of feasibility and patient benefit of the digital care network VKH COVID-19.

Methods: The innovative digital healthcare network offers nationwide 24/7/365 expert teleconsultations via audio and video connection for COVID-19 patients requiring intensive care medicine. The expert teleconsultation request is made over a web-based platform, and the standardised expert teleconsultations follows promptly. Data protection-compliant exchange takes place with the aid of an electronic case file.

Messbarer Patientennutzen durch ein intensivmedizinisches digitales Versorgungsnetzwerk für COVID-19-Patienten in der Vorstufe des Virtuellen Krankenhauses Nordrhein-Westfalen

Results: Between 30 Mar. and 9 Nov. 2020, 93 hospitals joined the VKH digital healthcare network. A total of 112 critically ill COVID-19 patients requiring intensive care were treated with 790 tele-intensive care expert consultations (mean 7 per patient ($SD \pm 9.6$)) by the expert site University Hospital RWTH Aachen. Lung protective ventilation (68.1 %, in 538/790 consults), negative fluid balance (63.9 %, in 505/790 consults) and positioning therapy (46.4 % in 52/112 patients) were among the most common treatment recommendations. The transfer rate to the maximum care provider was 8 %. The lethality rate of critically ill COVID-19 patients with expert teleconsultations was 22.3 %. In the collective of ventilated patients, the lethality rate was 34.2 %.

Conclusions: The challenges of the COVID-19 pandemic were competently met by establishing the innovative digital healthcare network VKH COVID-19. Since the beginning of the pandemic in NRW, access to a maximum care provider has been ensured through expert teleconsultations for critically ill COVID-19 patients, independent of time and location.

Einleitung

Bei 17 % der hospitalisierten COVID-19-Patientinnen und Patienten (nachfolgend Patienten genannt) führt die Infektion zu einem beatmungspflichtigen akuten Lungenversagen (engl: acute respiratory distress syndrome, ARDS) [1]. Die Sterblichkeit bei beatmeten COVID-19-Patienten wurde für Deutschland mit 53 % berichtet [1]. Da Patienten mit schwerem ARDS außerhalb von Pandemiezeiten häufig in Krankenhäusern der Maximalversorgung behandelt werden, ist es notwendig, das hier vorhandene Expertenwissen telemedizinisch für die Häuser der Grund- und Regelversorgung verfügbar zu machen, denn in diesen sind ca. 55 % der insgesamt 5.567 ausgewiesenen Intensivbetten in NRW aufgestellt [2]. Diese werden zur Bewältigung der COVID-19-Pandemie für eine adäquate Versorgung dringend benötigt.

Vor diesem Hintergrund hat die Landesregierung in NRW in einer Vorstufe den Start des Virtuellen Krankenhauses (VKH), ein bundesweit ärztliches Expertisekonzept mit indikationsabhängigen Telekonsilleistungen, für die Indikation Intensivmedizin als Teil ihrer Pandemiestrategie initiiert [3]. Die Umsetzung konnte maßgeblich unterstützt durch die umfangreichen Vorerfahrungen aus dem Innovationsfondprojekt TELnet@NRW (<https://www.telnet.nrw>) der Uniklinik RWTH Aachen und Münster gelingen. Seit dem 30. März 2020 bietet das innovative digitale Versorgungsnetzwerk rund um die Uhr tele-intensivmedizinische Konsile bei intensivpflichtiger COVID-19-Erkrankung an [4]. Wir berichten nachfolgend über die ersten COVID-19-Patienten, die in dieser deutschlandweit einzigartigen Versorgungsstruktur durch den Expertenstandort Uniklinik RWTH Aachen betreut wurden.

Methodik

Für die vorliegende Arbeit wurden die Daten der intensivpflichtigen COVID-19-Patienten, die durch tele-intensivme-

dizinische Konsile des Expertenstandorts Uniklinik RWTH Aachen in der Zeit vom 30.03.2020 bis 09.11.2020 betreut wurden, analysiert. Die Datenerhebung erfolgte retrospektiv und nach positiver Evaluation durch die Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Uniklinik RWTH Aachen (EK 089/20). Die vorliegende Datenauswertung berichtet unsere Ergebnisse zur Machbarkeit eines solchen digitalen Versorgungsnetzwerks sowie zum gemessenen Patientennutzen.

Digitales Versorgungsnetzwerk VKH COVID-19

Jedes Krankenhaus in NRW kann 24/7/365 durch die zeit- und ortsunabhängige Expertenleistung des VKH über die webbasierte Plattform www.virtuelles-krankenhaus.nrw eine tele-intensivmedizinische Konsilanzfrage für Beratung zu COVID-19-Patienten stellen [5]. Abbildung 1 zeigt schematisch den Aufbau des innovativen digitalen Versorgungsnetzwerks. Im Routinebetrieb von 8:00–16:00 Uhr wird je nach gewählter Dringlichkeit ein Termin via E-Mail versendet. Im Zeitraum von 16:00–8:00 Uhr wird das tele-intensivmedizinische

Abbildung 1



Konsil ebenfalls über die Website angemeldet. Parallel erscheint dem Konsilnehmer jedoch eine Telefonnummer, über die der Erstkontakt hergestellt wird. Darüber hinaus besteht kein Unterschied zum Regelbetrieb im Tagdienst. Zum Termin erhält der Konsilnehmer einen Zugangscode für die elektronische Visite (CGM ELVI, [6]). Hiermit loggt man sich im Webportal der elektronischen Visite ein. Nach einem kurzen Systemcheck gelangt man in das virtuelle Wartezimmer, wo der Tele-Intensivmediziner den Konsilnehmer erwartet. Im Rahmen der Audio-Video-Kommunikation, auf einem entsprechenden mobilen mit Kamera und Mikrofon ausgestatteten Endgerät, ist es dem Tele-Intensivmediziner möglich, dem Behandler vor Ort direkt am Patientenbett beratend zur Seite zu stehen. Das Format folgt somit den Empfehlungen der S1-Leitlinie Telemedizin in der Intensivmedizin [7]. Es erfolgt ein standardisiertes tele-intensivmedizinisches Konsil (Abb. 2, 3). Der

datenschutzkonforme Austausch der patientenbezogenen Dokumente und des Konsilberichts erfolgt über die elektronische Fallakte (EFA, [8]) der RZV Rechenzentrum Volmarstein GmbH, welches nach Benutzerauthentifizierung für Konsilgeber- und Konsilnehmer über ein Web-Portal zugänglich ist. Ein weiterer Partner ist das Zentrum für Telematik und Telemedizin (ZTG) als Institution des Landes NRW [9].

Patientenpopulation und Inhalt des tele-intensivmedizinischen Konsils

Alle COVID-19-Verdachtsfälle bzw. alle Patienten mit bestätigter COVID-19-Infektion, die auf einer Intensivstation in der Zeit vom 30.03.20–09.11.20 ein tele-intensivmedizinisches Konsil durch den Expertenstandort Uniklinik RWTH Aachen erhielten, werden nachfolgend berichtet.

Im Mittelpunkt eines tele-intensivmedizinischen Konsils zu COVID-19 steht

die Beantwortung der Fragen des Konsilnehmers durch den Experten nach standardisiertem Vorgehen (1. Formulierung des Anliegens, 2. standardisierte Statuserhebung, 3. Problembezug, 4. Diagnostik- und Therapieempfehlungen, 5. Raum für Rückfragen). Analog bedeutet dies bei COVID-19 vor allem die standardisierte Beratung zur Beatmung, zur Patientenlagerung, zur antiinfektiven Therapie bei bakterieller Superinfektion und zur Beatmungsentwöhnung. Besteht trotz maximaler Optimierung vor Ort der Bedarf nach Behandlungsmaßnahmen, die de facto nur an einem Haus der Maximalversorgung vorgehalten werden (zum Beispiel inhalative Stickstofftherapie und extrakorporaler Lungenersatz), begleitet der Tele-Intensivmediziner die Verlegungsorganisation. Während der Regelerbeitszeiten unterstützt ein Infektiologe mit seiner Expertise das tele-intensivmedizinische Konsil; ergänzend trägt der Tele-Pharmazeut zur Erhöhung der Arzneimitteltherapiesicherheit durch

Abbildung 2

Tele-intensivmedizinisches Konsil aus Sicht des Experten.

Abbildung 3

Tele-intensivmedizinisches Konsil aus Sicht des Experten.

eine Beratung zu einer patientenindividuell optimierten Medikation des intensivpflichtigen COVID-19-Patienten bei und steht darüber hinaus für arzneimittelbezogene Anfragen seitens des behandelnden Arztes zur Verfügung. Hierfür können über die elektronische

Fallakte dem Konsilgeber sowohl Bilddateien als auch weitere Befunde zur Verfügung gestellt werden.

Quantitative Variablen

Zur Evaluation der Machbarkeit des innovativen digitalen Versorgungsnetzwerks berichten wir über den Aufbau der neuen Versorgungsstruktur des VKH, die Netzwerkpartner, die Nutzungshäufigkeit und die technische Robustheit des Systems, gemessen an den Ausfallzeiten der elektronischen Fallakte, den Ausfallzeiten der elektronischen Visite ELVI sowie den Ausfallzeiten der webbasierten Plattform des VKH. Zur Bewertung des Patientennutzens durch das neue digitale Versorgungsnetzwerk im Sinne einer Optimierung der intensivmedizinischen Bettenkapazität und einer qualitativ hochwertigen intensivmedizinischen Versorgung haben wir die Anzahl der Zentrumsverlegungen und den Krankheitsverlauf der tele-intensivmedizinisch betreuten Patienten deskriptiv analysiert.

Ergebnisse

Machbarkeit des innovativen digitalen Versorgungsnetzwerks

Zwischen Initiierung und Start der Vorstufe des VKH in NRW wurde die erforderliche personelle, technische und rechtliche Infrastruktur geschaffen. Organisatorische Partner sind die Krankenhausgesellschaft NRW [10], die Compu Medical Group zur Bereitstellung und Betreibung der Audio-/Video-Kommunikationslösung ELVI [6], das Rechenzentrum Volmarstein für die elektronische Fallakte [8] sowie die leistungserbringenden Expertenzentren Uniklinik RWTH Aachen und Universitätsklinikum Münster mit ihren IT-Abteilungen. Das Expertenzentrum Aachen stellt 15 Intensivmediziner, eine entsprechende Anzahl an Dokumentationskräften und 2 IT-Fachkräfte für den 24/7-Betrieb zur Verfügung. Im Studienzeitraum schlossen sich insgesamt 93 Krankenhäuser dem digitalen Versorgungsnetzwerk an. Rund 33,3 % der beteiligten Krankenhäuser wurden aufgrund ihres Standorts durch den Expertenstandort Aachen beraten, ca. 54,8 % dieser Krankenhäuser führten regelmäßig tele-intensivmedizinische Konsile durch. Zur Wahrung des Daten-

schutzes fertigte eine extern beauftragte Datenschutzfirma eine bedarfsadaptierte Datenschutzbewertung an. Zufolge derer mussten die konsilnehmenden Häuser dafür Sorge tragen, dass zum Beispiel ihre Behandlungsverträge um telemedizinisch erbrachte Konsilleistungen ergänzt werden. Die beratenden Zentren mussten Auftragsverarbeitungs-Verträge mit dem Anbieter der elektronischen Fallakte abschließen.

Zur Evaluation der technischen Robustheit des Systems haben wir die Ausfallzeiten der elektronischen Fallakte, die Ausfallzeiten der elektronischen Visite ELVI und die Ausfallzeiten der webbasierten Plattform des VKH analysiert. Es gab für beide Systeme keine unplanmäßigen Ausfälle. Die elektronische Fallakte wurde lediglich für Aktualisierungsarbeiten außer Betrieb gesetzt. Die elektronische Visite ELVI hatte keine Ausfallzeiten. Die webbasierte Plattform des VKH war jederzeit funktionsfähig, generierte regelrecht Konsilanfragen am jeweiligen Expertenstandort und gewährleistete zum Wechsel des Schichtmodells die Anzeige der telefonischen Erreichbarkeit. Zu allen Zeiten war das tele-intensivmedizinische Konsil durch den Expertenstandort Aachen gewährleistet.

Patientennutzen des innovativen digitalen Versorgungsnetzwerks

Insgesamt haben 112 intensivpflichtige COVID-19-Patienten in verschiedenen Krankenhäusern der Grund- und Regelversorgung NRWs mindestens ein tele-intensivmedizinisches Konsil durch das Team des Expertenstandorts Uniklinik RWTH Aachen erhalten. Alle Patienten zeigten COVID-19-typische Symptome mit einem schweren Krankheitsverlauf, bei 97 Patienten konnte die Diagnose laborchemisch gesichert werden.

Insgesamt wurden 790 tele-intensivmedizinische Konsile in Aachen im betrreffenden Zeitraum durchgeführt, im Mittel fanden 7 ($SD \pm 9,6$) tele-intensivmedizinische Konsile pro Fall statt. Der Anteil der Telekonsile zwischen 16:00 und 08:00 Uhr lag bei 5 %. Der Anteil der Telekonsile am Wochenende lag bei

25 %. Im Mittel wurde am 4. Tag nach Aufnahme auf die Intensivstation das erste Konsil ($SD \pm 7,5$ Tage) angefragt. Patienten waren zu diesem Zeitpunkt im Durchschnitt seit 6 Tagen in stationärer Behandlung ($SD \pm 8,9$ Tage). Das Alter der tele-intensivmedizinisch betreuten Patienten lag im Mittel bei 67 Jahren ($SD \pm 13,1$ Jahre); 25 % der Patienten waren Frauen. Der mittlere BMI betrug $29,5 \text{ kg/m}^2$ ($SD \pm 5,5 \text{ kg/m}^2$) und der SOFA-Score beim ersten tele-intensivmedizinischen Konsil im Mittel 5 ($SD \pm 3$). Circa ein Viertel (23 %) der vorgestellten Patienten war nicht vorerkrankt

(27 % hatten eine Vorerkrankung, 18 % hatten zwei Vorerkrankungen, 22 % hatten drei und 8 % hatten vier unterschiedliche Vorerkrankungen). Eine arterielle Hypertonie zählte in 57 % der Fälle, eine chronische Herzerkrankung in 42 % der Fälle, ein Diabetes mellitus in 37 % der Fälle und eine chronische Lungenerkrankung in 15 % der Fälle zu den relevanten Vorerkrankungen. Eine Übersicht aller Patientencharakteristika berichten wir in Tabelle 1.

Insgesamt waren 65 % der Patienten während ihrer Behandlung auf der Intensivstation entweder invasiv oder nicht-

Tabelle 1

Patientencharakteristika.

Allgemein	Alle (n = 112)	Patienten nicht verstorben (n = 87)	Patienten verstorben (n = 25)
Alter in Jahren – Median (IQR)	67 (13,14)	66,4 (13,38)	69 (12,32)
weibliches Geschlecht – Anzahl (%)	28 (25 %)	20 (23 %)	8 (32 %)
BMI in kg/m^2 – Median (IQR)	27,8 (5,47)	27,75 (6,37)	27,68 (5)
Vorerkrankungen N (%)			
keine	26 (23,2 %)	20 (23 %)	6 (24 %)
chronische Herzerkrankung	47 (42 %)	32 (36,8 %)	15 (60 %)
chronische Lungenerkrankung	17 (15,2 %)	10 (11,5 %)	7 (28 %)
Diabetes mellitus	41 (36,6 %)	32 (36,8 %)	9 (36 %)
Arterielle Hypertonie	64 (57,1 %)	51 (58,6 %)	13 (50 %)
Adipositas	28 (25 %)	21 (24,1 %)	7 (28 %)
Raucher	15 (13,4 %)	12 (13,8 %)	3 (12 %)
eine Vorerkrankung	31 (27,7 %)	26 (29,9 %)	5 (20 %)
zwei Vorerkrankungen	21 (18,8 %)	17 (19,5 %)	4 (16 %)
drei Vorerkrankungen	25 (22,3 %)	19 (21,8 %)	6 (24 %)
vier Vorerkrankungen	9 (8,0 %)	5 (5,7 %)	4 (16 %)
COVID-19 Krankheitsschwere N (%)			
Diagnose durch PCR gesichert – Anzahl (%)	97 (86 %)	75 (86 %)	22 (88 %)
SOFA-Score bei Erstkonsil – Median (IQR)	4,5 (3)	4 (3)	5 (3)
Konsilprozess			
Zeit von Aufnahme KH bis Erstkonsil in Tagen – Mittelwert (\pm Standardabweichung)	6,33 ($\pm 8,9$)	6,7 ($\pm 9,2$)	4,95 ($\pm 7,3$)
Zeit von Aufnahme ICU bis Erstkonsil in Tagen – Mittelwert (\pm Standardabweichung)	4,10 ($\pm 7,5$)	4,44 ($\pm 8,2$)	2,96 ($\pm 4,4$)
Anzahl der tele-intensivmedizinischen Konsile	790	631	159
durchschnitl. Anzahl der Konsile pro Patient – Mittelwert (\pm Standardabweichung)	7 ($\pm 9,6$)	7,3 ($\pm 10,5$)	6,4 ($\pm 5,4$)

BMI: Body-Mass-Index; **PCR:** Polymerase chain reaction; **SOFA-Score:** Sepsis-related organ failure assessment-Score; **KH:** Krankenhaus; **ICU:** Intensive Care Unit.

invasiv beatmet. Bei 78 % der Fälle wurde ein ARDS am 1. Konsiltag diagnostiziert (bei 28 % der Fälle ein mildes ARDS, bei 39 % der Fälle ein moderates ARDS, bei 10 % der Fälle ein schweres ARDS). Circa ein Fünftel (21 %) der Patienten wurde im Verlauf des stationären Aufenthaltes tracheotomiert und 18 % erhielten ein Dialyseverfahren.

Während des Beobachtungszeitraums wurden neun (8 %) der insgesamt 112 Patienten im Verlauf ihres Intensivaufenthalts in ein Zentrum verlegt, davon erhielten fünf Fälle im Zentrum eine zentrumsspezifische Therapie, wie eine inhalative Stickstofftherapie oder eine extrakorporale Membranoxygenierung. Die Letalität auf der Intensivstation lag in dieser durch tele-intensivmedizinische Konsile mitbetreuten Gruppe intensivpflichtiger COVID-19-Patienten bei 22,3 % (Tab. 2). Im Kollektiv der beatmeten Patienten war die Letalitätsrate 34,2 %.

Die während der tele-intensivmedizinischen Konsile am häufigsten erfolgten Therapieempfehlungen zu intensivpflichtigen COVID-19-Patienten betreffen eine lungenprotektive Beatmung, eine Negativbilanzierung und die Lagerungstherapie. In 68,1 % der Konsile (bei 538/790 Konsilen) wurde zu einer lungenprotektiven Beatmung, in 63,9 % der Konsile zu einer Negativbilanzierung (bei 505/790 Konsilen) und in 18,0 % der Konsile zu einer Lagerungstherapie (bei 142/790 Konsilen) geraten. Entsprechend der Häufigkeit von moderatem und schwerem Lungenversagen (50 % der Fälle) erfolgte gemäß gültiger Leitlinie [6] ab einem Horowitz-Index von <150 die Empfehlung zur Bauchlagerung. Eine Übersicht zu erfolgten Therapieempfehlungen berichten wir in Tabelle 3 (Rangfolge: von häufigster zu seltenster Therapieempfehlung bezogen auf die Gesamtheit aller erfolgten Konsile).

Diskussion

In der frühen Phase der COVID-19-Pandemie hat die Landesregierung in NRW mit dem VKH ein intensivmedizinisches digitales Versorgungsnetzwerk zur lan-

Tabelle 2
Verlauf der COVID-19-Erkrankung.

	Alle (n = 112)	Patienten nicht verstor- ben (n = 87)	Patienten verstorben (n = 25)
ARDS			
kein ARDS am 1. Konsiltag – Anzahl (%)	13 (11,6 %)	12 (13,8 %)	1 (4 %)
mildes ARDS am 1. Konsiltag – Anzahl (%)	31 (27,7 %)	26 (29,9 %)	5 (20 %)
moderates ARDS am 1. Konsiltag – Anzahl (%)	44 (39,3 %)	33 (29,5 %)	11 (44 %)
schweres ARDS am 1. Konsiltag – Anzahl (%)	12 (10,7 %)	5 (5,7 %)	7 (28 %)
ICU-Therapie N (%)			
Tracheotomie – Anzahl (%)	23 (20,5 %)	19 (21,8 %)	4 (16 %)
Dialyse – Anzahl (%)	20 (17,9 %)	11 (12,6 %)	9 (36 %)
Outcome N (%)			
Zentrumsverlegung	9 (8,0 %)	–	–
ECMO – Anzahl (%)	4 (3,6 %)	–	–
Verstorben	25 (22,3 %)	–	–

ARDS: Acute Respiratory Distress Syndrome; **ECMO:** Extracorporeal membrane oxygenation.

Tabelle 3
Therapieempfehlungen der tele-intensivmedizinischen Konsile.

	Patienten n = 112	Konsile n = 790
lungenprotektive Beatmung	72 (64,3 %)	538 (68,1 %)
Negativbilanzierung	83 (74,1 %)	505 (63,9 %)
Lagerungstherapie	52 (46,4 %)	142 (18,0 %)
erweiterte Labordiagnostik	58 (51,8 %)	111 (14,1 %)
Antibiose absetzen	42 (37,5 %)	66 (8,4 %)
Tracheotomie	33 (29,5 %)	66 (8,4 %)
Positivbilanzierung	23 (20,5 %)	37 (4,7 %)
Trachealsekret-Abstrich	32 (28,6 %)	35 (4,4 %)
Analgesierung vertiefen	23 (20,5 %)	32 (4,1 %)
Therapiezielfestlegung	27 (24,1 %)	31 (3,9 %)
Antiinfektiva ansetzen	21 (18,8 %)	30 (3,8 %)
Intubation	18 (16,1 %)	25 (3,2 %)
Nasen-Rachen-Abstrich	21 (18,8 %)	24 (3,0 %)
Kortikosteroide absetzen	4 (3,6 %)	4 (0,5 %)

desweiten tele-intensivmedizinischen Mitbetreuung bei intensivpflichtiger COVID-19-Erkrankung geschaffen. Diese Versorgungsstruktur ist bundesweit einzigartig. Aufgrund der langjährigen Vorerfahrung am Expertenstandort Aachen (<https://www.telnet.nrw>) war es

in Zusammenarbeit mit den Partnern möglich, als Teil der Pandemiestrategie des Landes NRW diese innovative digitale Versorgungsstruktur in kürzester Zeit zu realisieren. Die Etablierung des innovativen digitalen Versorgungsnetzwerks VKH für die stationäre Versorgung

intensivpflichtiger COVID-19-Patienten konnte einen Beitrag leisten, den Herausforderungen der Pandemie kompetent zu begegnen. Das VKH bringt niederschwellig hochprofessionelle Expertise in die Fläche. Der Zugang zur Expertise der Maximalversorger ist durch die tele-intensivmedizinische Mitbetreuung für intensivpflichtige COVID-19-Patienten seit Beginn der Pandemie in NRW zeit- und ortsunabhängig für alle Bürger sichergestellt.

Das technische System hat sich in der Zeit seit März als äußerst robust und zuverlässig erwiesen, es zeichnet sich außerdem durch seine Skalierbarkeit aufgrund der niedrigen technischen Hürden aus. Es ist vollumfänglich gelungen, durch tele-intensivmedizinische Konsile auch die Intensivbetten in den Krankenhäusern der Grund- und Regelversorgung für die Behandlung intensivpflichtiger COVID-19-Patienten nutzbar zu machen. Nur 8 % (n = 9) der insgesamt 112 tele-intensivmedizinisch mitbetreuten Patienten mussten im Verlauf ihres Intensivaufenthalts in ein Zentrum verlegt werden. Davon erhielten fünf Patienten nach Verlegung eine zentrumsspezifische Therapie (inhalative Stickstofftherapie oder extrakorporale Membranoxygenierung). Den messbaren Patientennutzen der innovativen digitalen Versorgungsstruktur leiten wir zum einen an der wohnortnahmen Versorgung (Verlegungsrate zum Maximalversorger betrug 8 %) und zum anderen an der im Vergleich niedrigen Letalitätsrate (34,2 %) bei intensivpflichtigen beatmeten COVID-19-Patienten. Eine andere Observationsstudie aus der frühen Phase der Pandemie berichtet für intensivpflichtige beatmete COVID-19-Patienten

eine Letalitätsrate von 53 % [1]. Das intensivmedizinische digitale Versorgungsnetzwerk für COVID-19-Patienten hat somit das Potenzial gezeigt, patientenrelevante Outcomes zu beeinflussen. Bei der Interpretation dieser retrospektiven Analyse müssen verschiedene Aspekte berücksichtigt werden. Bei dem beschriebenen Patientenkollektiv handelt es sich um eine begrenzte Fallzahl eines begrenzten Zeitraums. Da es sich hierbei um eine Telekonsilleistung und eine damit verbundene indikationsabhängige Fallvorstellung handelt, können diese Ergebnisse nicht auf alle intensivpflichtigen COVID-19-Patienten übertragen werden. Zukünftig ist daher die technische Weiterentwicklung einer automatisierten Datenintegration aus telemedizinisch an das Zentrum angeschlossenen Krankenhäusern erstrebenswert. Durch die Anwendung von Algorithmen und entsprechenden Frühwarnsystemen würde sich der bislang eher reaktive Telemedizinansatz zu einem proaktiven wandeln. Durch die zusätzliche Anwendung von Künstlicher Intelligenz (KI) könnten die Daten zusätzlich derart umfangreich analysiert werden, dass perspektivisch auch Behandlungsverlaufsprognosen gegeben werden könnten. Diese würden die Therapie zu Gunsten des Patienten steuern.

Als Institution des Landes ist die Vorstufe des VKHs in seiner Struktur bisher bundesweit einzigartig. Eine Skalierbarkeit auf andere Indikationen und Standorte ist möglich. Digitale Versorgungsnetzwerke können bei Bedarf umgehend errichtet werden, Experten können sofort orts- und zeitunabhängig unterstützen und einen relevanten Versorgungsunterschied machen. Dies muss auch im

Hinblick auf den Personalmangel in der Pflege und den Mangel an ärztlichem Personal mit einer hohen fachspezifischen Expertise betrachtet werden [11–13]. Die formale Aufnahme in das intensivmedizinische digitale Versorgungsnetzwerk kann umgehend erfolgen, ein tele-intensivmedizinisches Konsil ist nach Anmeldung an der Plattform, je nach Ausgangssituation des anfragenden Krankenhauses, entweder ohne oder mit geringer zeitlicher Verzögerung möglich. In letzterem Fall muss vor dem ersten Audio-Video-Kontakt eine Anpassung der Firewallkonfiguration im anfragenden Krankenhaus stattfinden. Mit dem technischen Support des VKH gelingt dies jedoch durch eine IT-Fachkraft vor Ort innerhalb weniger Minuten. Zusätzlich wird es hilfreich sein, wenn die notwendige digitale Infrastruktur (WLAN auf den betreffenden Stationen, mobile Endgeräte mit Mikrofon und Kamera) zukünftig in allen Krankenhäusern der Grund- und Regelversorgung per se ausreichend vorhanden ist.

In NRW ist die Ausweitung des VKHs im Rahmen einer Pilotphase bereits für weitere Indikationsstellungen geplant (Infektiologie, Herzinsuffizienz, Lebermetastasen und Seltene Erkrankungen) [14]. Das Konzept digitaler Versorgungsnetzwerke ist aus dem Gesundheitswesen – insbesondere zur Begegnung außergewöhnlicher Belastungszeiten wie die einer Pandemie – nicht mehr wegzudenken und bietet eine langfristige Perspektive für die Sicherstellung einer hochqualitativen intensivmedizinischen Versorgung in Deutschland. Wichtige Voraussetzungen hierfür hat der Gemeinsame Bundesausschuss (G-BA) kürzlich durch die sogenannten Zentrums-

zuschläge auch für Konsiliarleistungen von Spezialkliniken, die in einem intensivmedizinischen digital-gestützten Versorgungsnetzwerk (IDV-Zentren) zur intensivmedizinischen Versorgung von COVID-19-Patienten eingebunden sind und bestimmte Qualitätsanforderungen erfüllen, geschaffen [13,15].

Schlussfolgerung

Den Herausforderungen einer Pandemie kann durch die Etablierung eines intensivmedizinischen digitalen Versorgungsnetzwerks VKH für die stationäre Versorgung intensivpflichtiger COVID-19-Patienten kompetent begegnet werden. Zugang zum Expertenwissen eines Maximalversorgers kann durch ein digitales Versorgungsnetzwerk zeit- und ortsunabhängig sichergestellt werden. Eine Skalierbarkeit auf andere Indikationen und Standorte ist möglich.

Literatur

- Karagiannidis C, Mostert C, Hentschker C, et al: Case characteristics, resource use, and outcomes of 10021 patients with COVID-19 admitted to 920 German hospitals: an observational study. Lancet Respir Med 2020;8:853–862
- Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales: Gutachten Krankenhauslandschaft Nordrhein-Westfalen: Gutachten Krankenhauslandschaft Nordrhein Westfalen. https://www.mags.nrw/sites/default/files/asset/document/gutachten_lang_krankenhauslandschaft_nrw_stand_05.09.2019.pdf (Zugriffssdatum: 08.09.2021)
- Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales: Pressemitteilung Coronavirus: Vorstufe zum Virtuellen Krankenhaus NRW startet mit Intensivmedizin und Infektiologie. <https://www.mags.nrw/pressemitteilung/coronavirus-vorstufe-zum-virtuellen-krankenhaus-nrw-startet->
- Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales: Virtuelles Krankenhaus. <https://virtuelles-krankenhaus.nrw/startschuss-fuer-das-virtuelle-krankenhaus/> (Zugriffssdatum: 08.09.2021)
- Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales: Pressemitteilung Telemedizinische Mitbehandlung schwer kranker Covid-19-Patientinnen und -Patienten erfolgreich gestartet. <https://www.mags.nrw/pressemitteilung/minister-laumann-unterstuetzung-durch-das-virtuelle-krankenhaus-nordrhein-westfalen> (Zugriffssdatum: 08.09.2021)
- Ärzteblatt: Telemedizin: Kräftiger Schub für Videosprechstunden. <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/110997/Telemedizin-Kraeftiger-Schub-fuer-Videosprechstunden> (Zugriffssdatum: 16.03.2020)
- Telemedizin in der Intensivmedizin: S1-Leitlinie der DGAI (001–034). https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/001-034l_S1_Telemedizin_in-der-Intensivmedizin_2021-01_1.pdf (Zugriffssdatum: 08.09.2021)
- Rechenzentrum Volmarstein GmbH: Elektronische Fallakte der RZV zur Behandlung von Covid-19-Patienten im Virtuellen Krankenhaus NRW im Einsatz. <https://www.rzv.de/unternehmen/unternehmensmeldungen/rzv-fallakte-covid-19> (Zugriffssdatum: 02.04.2020)
- Zentrum für Telematik und Telemedizin GmbH: Virtuelles Krankenhaus NRW nutzt Elektronische Fallakte der RZV GmbH zur Dokumentation. <https://www.ztg-nrw.de/2020/04/virtuelles-krankenhaus-nrw-nutzt-elektronische-fallakte-der-rzv-gmbh-zur-dokumentation/> (Zugriffssdatum: 08.09.2021)
- Krankenhausgesellschaft Nordrhein-Westfalen: Eine Woche Virtuelles Krankenhaus Nordrhein-Westfalen: hohe Nachfrage nach Telekonsilen zu Covid-19. https://www.kgnw.de/aktuelles/informationen/2020_04_07_pm_virtuelles_krankenhaus_ztg/ (Zugriffssdatum: 08.09.2021)
- Ostwald DA, Erhard T, Bruntsch F, et al: Fachkräftemangel – Stationärer ambulanter Bereich bis zum Jahr 2030. PricewaterhouseCoopers 2010. <https://www.pwc.de/de/gesundheitswesen-und-pharma/assets/fachkraeftemangel.pdf> (Zugriffssdatum: 08.09.2021)
- Weltgesundheitsorganisation: Global strategy on human resources for health: Workforce 2030. Geneva, Switzerland: WHO Document Production Services 2016;1–64
- Europäische Kommission: Commission Staff Working Document on an Action Plan for the EU Health Workforce. Strasbourg, France 2012;1–15
- Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales: 12 Millionen Euro für das Virtuelle Krankenhaus Nordrhein-Westfalen. <https://www.land.nrw/de/pressemitteilung/12-millionen-euro-fuer-das-virtuelle-krankenhaus-nordrhein-westfalen> (Zugriffssdatum: 08.09.2021)
- Gemeinsamer Bundesausschuss: Pressemitteilung: Vernetzte Versorgung gegen Corona-Mutationen – Zeitlich befristete Zentrums-Zuschläge für telemedizinische Kooperationen. <https://www.g-ba.de/presse/pressemitteilungen-meldungen/935/> (Zugriffssdatum: 08.09.2021).

Korrespondenzadresse

**Prof. Dr. med.
Gernot Marx, FRCA**



Klinik für Operative Intensivmedizin und Intermediate Care
Medizinische Fakultät RWTH Aachen
Pauwelsstraße 30
52074 Aachen, Deutschland
Tel.: 0241 8080444
E-Mail: gmarx@ukaachen.de
ORCID-ID: 0000-0003-0866-4234