Empfehlungen für Extrakorporale Membranoxygenierung (ECMO) bei COVID-19 Patienten

Dominik Wiedemann[1], Ingrid Magnet[2], Klaus Distelmaier[3], Peter Schellongowski[4], Martin H. Bernardi[5], Bernhard Rössler[6], Daniel Zimpfer[1], Martin Röggla[2], Georg Goliasch[3], Michael Holzer[2], Roman Ullrich[6], Paul Simon[1] Günther Laufer[1], Thomas Staudinger[4]

(COVID-19 ECMO Arbeitsgruppe Medizinische Universität Wien)

[1] Klinische Abteilung für Herzchirurgie, Univ. Klinik für Chirurgie,

[2] Universitätsklinik für Notfallmedizin

[3] Universitätsklinik für Innere Medizin II, klinische Abteilung für Kardiologie

[4] Universitätsklinik für Innere Medizin I, Intensivstation 13i2

[5] Universitätsklinik für Anästhesie, Allgemeine Intensivmedizin und Schmerztherapie, Klinische Abteilung für Herz-Thorax-Gefäßchirurgische Anästhesie und Intensivmedizin

[6] Universitätsklinik für Anästhesie, Allgemeine Intensivmedizin und Schmerztherapie Medizinische Universität Wien

Korrespondenz:

Assoc. Prof. Priv. Doz. Dr. Dominik Wiedemann

Klinische Abteilung für Herzchirurgie, Univ.-Klinik für Chirurgie

dominik.wiedemann@meduniwien.ac.at

und

Univ. Prof. Dr. Thomas Staudinger

Univ.-Klinik für Innere Medizin I

thomas.staudinger@meduniwien.ac.at

Allgemeines Krankenhaus der Stadt Wien, Medizinische Universität Wien

Währinger Gürtel 18-20

1090 Wien

Eine Kurzfassung dieser Empfehlungen findet sich als Anhang 1

1. Hintergrund

Die aktuelle COVID-19-Pandemie, die durch das SARS-CoV-2 ausgelöst wird, hat bereits in vielen betroffenen Ländern zu gravierenden Ressourcenengpässen in den jeweiligen Gesundheitssystemen geführt[1].

Obwohl sehr viele COVID-19- Patienten nur moderate Symptome zeigen, entwickelt eine Subgruppe ein schweres respiratorisches Versagen unter dem Bild eines ARDS[2, 3]. Ebenso wird eine kardiale Beteiligung mit fulminanter Myokarditis, Herzrhythmusstörungen und Kreislaufversagen beschrieben[3, 4]. COVID-19-Patienten, die mechanisch beatmet werden müssen, weisen eine hohe Mortalität auf. Trotz der Tatsache, dass sowohl in China als auch in Italien (den Ländern mit den zum aktuellen Zeitpunkt höchsten Zahlen an Covid-19-Patienten) die Anzahl an ECMO Patienten unter den COVID-19 -Fällen gering ist, erscheint es wichtig, sich in Österreich bzw. in Wien mit diesem speziellen Szenario auseinanderzusetzen und Richtlinien für den ECMO-Einsatz in diesem speziellen Fall zu erstellen.

Grundsätzlich darf bei weiterführenden Fragen auf die rezente Stellungnahme der European Life Support Organization (ELSO) verwiesen werden [5].

2. Allokation

a. Grundsatzfrage: Sollte eine ECMO-Therapie für COVID-19 Patienten in Betracht gezogen werden?

Derzeit befinden wir uns in Österreich noch in keiner Triagesituation, in der gewisse Patientengruppen grundsätzlich von Therapien ausgeschlossen werden. Dennoch muss eine Indikationsstellung zum ECMO-Support bei COVID-19 mit Rücksichtnahme auf mögliche zukünftige Ressourcenengpässe restriktiv gestellt werden[6]. Dies bedeutet aber nicht, dass Covid-19-Patienten generell von einer ECMO Therapie ausgeschlossen werden sollen. Allerdings sind fortgeschrittenes Patientenalter, Komorbiditäten und grundsätzliche Prognoseeinschätzung wichtige Parameter, die bereits jetzt in die Entscheidung, COVID-19-Patienten mittels ECMO zu unterstützen, einfließen müssen.

Sollte es in Österreich zu einer Triagesituation ähnlich zu der derzeitigen Lage in Italien, Spanien und anderen Ländern kommen, ist die Entscheidung zur ECMO an die jeweilige Triageentscheidung der Intensivstation bzw. der Ressourcenkapazitäten zu knüpfen.

An diese Grundsatzdebatte ist die Frage anzuschließen, ob in der Pandemiezeit neue ECMO Zentren mit Implantationen beginnen sollten. Davon ist aus Zentrumssicht abzuraten, da einerseits die Ergebnisse in Zentren mit hohen Fallzahlen entsprechend zu favorisieren sind, andererseits das

2

Ansteckungsrisiko für medizinisches Personal gerade am Beginn der Lernkurve höher erscheint. Gerade in Pandemiezeiten muss der Schutz des medizinischen Personals oberste Maxime sein.

b. ECMO für Nicht-COVID-19 Patienten während der Pandemie

Auch hier ist anzumerken, dass derzeit in Österreich keine Triagesituation besteht, sodass die Entscheidung, einen Patienten an die ECMO zu nehmen, analog zu den bisherigen Therapieentscheidungen zu fällen ist. Sollte die COVID-19-Pandemie allerdings zu gröberen Ressourceneinschränkungen führen, kann es notwendig sein, auch hier restriktivere Entscheidungen treffen zu müssen, da die resultierende Ressourcenknappheit diese erfordern wird.

c. Priorisierung von Patienten

Gerade in Pandemiezeiten erscheint ein Priorisieren der Patienten unabdingbar. "First come - first serve"-Entscheidungen müssen vermieden werden, da dies ansonsten darin endet, dass Patienten mit schlechter Prognose die Ressourcen für Patienten mit potentziell guter Prognose verbrauchen. Dieser Punkt ist auch zum momentanen Zeitpunkt (ohne Triagesituation) bereits beachtenswert, da schon jetzt im Hinblick auf zukünftige Engpässe Entscheidungen gefällt werden müssen. Die höchste Priorität soll für jüngere Patienten ohne Komorbiditäten gelten.

Da sich die Kapazitäten im Laufe der Pandemie dynamisch verändern, sind auch Priorisierungsentscheidungen dynamisch zu fällen und zu verändern. Diese sind im Extremfall sogar von Schicht zu Schicht anzupassen.

3. Vorgehen und Ausschlusskriterien bei COVID-19 positiven ECMO Kandidaten

Wenn sich ein SARS-CoV-2-positiver Patient außerhalb des Allgemeinen Krankenhauses (AKH) Wien anhand der gegebenen Richtlinien für eine ECMO qualifiziert, ist primär der Intensivbettenkoordinator des AKH Wien zu kontaktieren. Dieser ist unter dem Pager 81-4488 oder unter der Telefonnummer +43-1-40400-41070 rund um die Uhr erreichbar und von erfahrenen IntensivmedizinerInnen aus den Bereichen Anästhesie und Innere Medizin besetzt. Um die Indikationsstellung zur ECMO zu erleichtern, ist diesem Dokument eine Checkliste beigefügt, die den Entscheidenden als Unterstützung dienen soll.

a. Protektive Maßnahmen

Für die entsprechenden Schutzmaßnahmen bei der ECMO-Implantation bzw. generell während der Behandlung von COVID-19 gelten die Richtlinien des Wiener Krankenanstalten Verbunds (Abb. 1).

SCHUTZBEKLEIDUNG BEI CORONAVIRUS SARS-COV-2 / COVID-19

Hinweise zum Ressourcen-schonenden Umgang mit Schutzausrüstung:
https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Ressourcen_schonen_Masken.html

	Schutzkleidung MitarbeiterInnen	Anwendungsbereich	Schutzkleidung PatientInnen
Alle MitarbeiterInnen mit PatientInnenkontakt	FFP-1, ggf. Einmalhandschuhe	Ambulanzbereiche Stationsbereiche ohne COVID-19 PatientInnen	keine (ev. FFP-1)

PatientInnen Verdacht oder bestätigter Fall	Schutzkleidung MitarbeiterInnen	Anwendungsbereich	Schutzkleidung PatientInnen
Stufe 1	FFP-2 mit Ventil, Einmal-handschuhe, Schutzmantel, Schutzbrille, Haube	Triagebereiche Ambulanzbereiche mit V.a. COVID-Patienten Stationsbereiche mit V.a. bzw. gesicherten COVID-19 PatientInnen	FFP-2 ohne Ventil (wenn toleriert, sonst nach Möglichkeit MNS)
Stufe 2 mit Symptomen (Erbrechen & Durchfall)	FFP-2 mit Ventil, Einmal-handschuhe, Schutzmantel + Einmalschürze, Schutz-brille, Haube, ggf. Gesichts-schild		FFP-2 ohne Ventil (wenn toleriert, sonst nach Möglichkeit MNS) – solange PatientIn außerhalb des Isolier-Bereichs
Stufe 3	FFP-3 mit Ventil, Einmal-handschuhe, Schutzmantel + Einmalschürze, Schutz-brille, Haube, Gesichtsschild	Medizinische Eingriffe an COVID-19 PatientInnen Handlungen die mit der Gefahr von Spray oder Aerosolbil-dung* verbunden sind z.B. Tracheostomie, Bronchial-lavage, Endoskopie	FFP-2 ohne Ventil (wenn toleriert, sonst nach Möglichkeit MNS) – für Transport

Alle MitarbeiterInnen des Krankenhauses / PWH dürfen auch außerhalb dieser Definitionsbereiche im Krankenhaus / PWH eine MNS Maske tragen. Auf gute Handhygiene nach Abnahme der MNS Maske ist hinzuweisen.

Kontaktfalldefinition
Personen, die bis 2 Tage vor Symptombeginn mit nachgewiesenermaßen an COVID-19 erkrankten Personen Kontakt hatten:

1. Kategorie I mit hohem Übertragungsrisiko:
- Kontakt von Angesicht zu Angesicht (z.B. Gesprächskontakt, direkte Betreuung eines Patienten) mit einem

COVID-19-Fall in einer Entfernung ≤ 2 Meter und einer Dauer von mehr als 15 Minuten
- Personen, die ungeschützten, direkten Kontakt mit infektiösen Sekreten eines COVID-19-Falls hatten (z.B. Anhusten)

2. Kategorie II mit niedrigem Übertragungsrisiko
- Kontakte kürzer als 15 Minuten oder in einer Entfernung von MEHR als 2 Metern (d.h. auch Kontakte in einer Entfernung unter 2 Meter und einer Dauer von weniger als 15 Minuten gesamt)

Zusätzliche Empfehlung für den Operateur zur Vermeidung einer Wundkontamination:

- FFP-2 oder FFP-3 Maske ohne Ventil.
- Alternativ: FFP-2 oder FFP-3 Maske mit Ventil + darüber konventionelle Mund-Nasenmaske.

Abb. 1 Persönliche Schutzmaßnahmen im Rahmen einer ECMO Implantation

b. Ausschlusskriterien für eine ECMO-Therapie bei COVID-19 Patienten

Aufgrund von vorhandenen Ressourcen können sich die Ausschlusskriterien dynamisch ändern. Aus derzeitiger Sicht sollten folgende Patienten ausgeschlossen werden bzw. kritisch evaluiert werden:

Tabelle 1.

Absolut	Relativ
Ablehnung durch Patient	Alter > 65 a* (abhängig vom biologischen Alter)
Schweres vorbestehendes neurolog. Defizit	Beatmungsdauer vor ECMO > 7 Tage
Terminale Systemerkrankung (Lebenserwartung < 1 Jahr)	Aktive relevante Immunsuppression
Aktive Hirnblutung	Hämatologische Systemerkrankung
Alter > 75 Jahre oder Alter > 70 plus ≥ 2 relative Kontraindikationen*	Zusätzliches Organversagen (außer Niere)
Weit fortgeschrittene terminale Lungenerkrankungen	Frailty[7]
Metastasiertes Malignom	Hochgradige Aorteninsuffizienz (für VA ECMO)
Lebercirrhose Child C	schwere PAVK (für VA ECMO)
Demenz	chronische Herzinsuffizienz NYHA IV (ohne HTX oder VAD Option)
< 1 Jahr nach allogener Stammzelltransplantation (PBSCT)	

* Alterslimits müssen im Laufe der Pandemie ggf. adaptiert werden

4. Veno-venöse ECMO („Respiratory ECMO“)

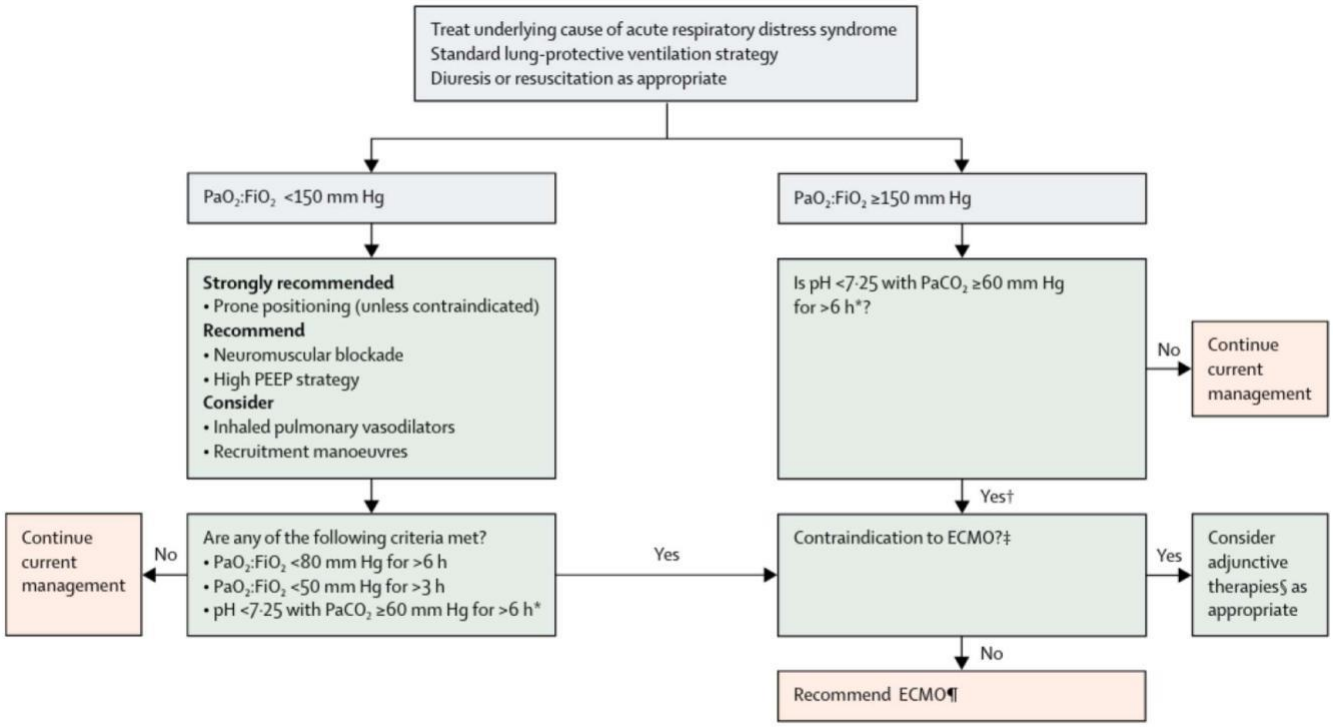
Grundsatz:

ECMO bei SARS CoV-19 ist eine **Rescuetherapie**, wenn die mechanische Beatmung den Gasaustausch nicht mehr gewährleisten kann, sodass eine lebens- oder organbedrohliche Hypoxie und/oder Hyperkapnie resultiert.

Eine ECMO Therapie soll auch dann als indiziert angesehen werden, wenn die Invasivität und die negativen Nebenwirkungen einer mechanischen Beatmung als zu hoch erachtet werden. Hier ist besonders auf den rechtzeitigen Einsatz bzw. die Rechtzeitige Vorstellung des Patienten hinzuweisen.

a. Indikationen und Kontraindikationen

Als Grundlage für die Beurteilung, ob eine solche Situation vorliegt, kann folgender Algorithmus unter den Bedingungen einer ***optimierten Beatmungstherapie*** herangezogen werden[5, 9] **(Abb. 3)**:



Wir empfehlen die ECMO Implantation bereits früher in Betracht zu ziehen, bevor es zu sekundären Organschädigungen durch die invasive Beatmungstherapie kommt. In Abhängigkeit vom zeitlichen Verlauf des jeweiligen Patienten sollte eine Vorstellung zur ECMO bereits bei einer schrittweisen Annäherung and eine PaO_2/FiO_2 Ratio von 150 mmHg in Betracht gezogen werden.

Bemerkungen:

- Die absoluten Kontraindikationen beziehen sich dezidiert auf Patienten mit schwerem Lungenversagen aufgrund einer SARS-CoV-2-Infektion
- Die relativen Kontraindikationen beschreiben Faktoren, die bei Patienten mit Bedarf an respiratorischer ECMO mit einem schlechteren Outcome assoziiert sind. Bei Vorliegen relativer Kontraindikationen ist eine ECMO-Therapie nur in begründeten Ausnahmefällen zu erwägen!
- Für jeden Punkt bedarf es einer individuellen Abwägung.
- Das Vorhandensein mehrerer relativer Kontraindikationen verschlechtert die Prognose substanziell.
- Relative Kontraindikationen sind immer auch in Abhängigkeit von der Verfügbarkeit von Ressourcen zu betrachten.
- „Ideale“ ECMO-Kandidaten wären Patienten < 65 (60) Jahre ohne Vorerkrankungen und mit einem Ein-Organversagen (Lunge).

Eine Checkliste (s. **Anhang 2**) für ECMO-Anfragen dient der Evaluation der Indikation.

b. Kanülierung

- Wir empfehlen die Kanülierungsstrategie, mit der das Zentrum die besten Erfahrungen hat, z.B. eine femoro – juguläre Konfiguration.
- Die Kanülengröße ist entsprechend des zu erwartenden Blutflussbedarfes zu wählen (Ziel: ECMO-Blutfluss > 60% des Patienten-HZV).
- Nachdem bei COVID-19 Patienten in erster Linie die schwersten Lungenversagen für ECMO qualifizieren („Rescue ECMO“) ist mit der Notwendigkeit eines fast vollständigen Lungenersatzes zu rechnen, weshalb wir eine möglichst große Drainagekanüle empfehlen (bei normal großen Erwachsenen mit einem im Ultraschall gemessenen Venendurchmesser von ≥ 10 mm mindesten 23 F, besser 25 F).
- Die Reperfusionkanüle wird in der Regel im Durchmesser 2 – 4 F kleiner gewählt.

c. Beatmungsstrategie unter ECMO

Unter VV ECMO ist eine lungenprotektive Beatmungsstrategie unter Berücksichtigung einer Reduktion von Tidalvolumen, Driving Pressure und Atemfrequenz zu empfehlen[9-11]. Die PEEP Titration sollte individuell entsprechend des Rekrutierungspotentials erfolgen[12].

5. Veno-arterielle ECMO bei COVID-19 Patienten („Cardiac ECMO")

Obwohl bei COVID-19 grundsätzlich die pulmonale Beteiligung im Vordergrund steht, reicht bei einigen Patienten eine VV ECMO nicht aus. Der Grund dafür ist zum einen, dass manche Patienten auf das pulmonale Versagen ein konsekutives Kreislaufversagen entwickeln, zum anderen kommt es in einer Subgruppe der COVID-19-Patienten aber auch zu einer kardialen Beteiligung mit Arrhythmien oder Myokarditis. Es ist daher unbedingt notwendig, neben den üblichen hämodynamischen Überwachungsmaßnahmen, bei COVID-19-Patienten im Rahmen einer ECMO-Evaluation eine Echokardiographie durchzuführen, um die Entscheidung zwischen VV und VA ECMO entsprechend stellen zu können. Es ist festzuhalten, dass bei pulmonalem Versagen und ggf. auch höher dosierten Katecholamingaben, ansonsten aber mehr oder weniger erhaltener Links- und Rechtsventrikelfunktion *nicht* notwendigerweise eine VA ECMO indiziert ist.

a. Entscheidungen für die Kanülierungsstrategie

Die Kanülierungstrategie ist wie bei Nicht-COVID-19-Patienten an das klinische Szenario anzupassen. Bei Patienten im kardiogenen Schock oder unter Reanimation ist grundsätzlich ein perkutanes Implantieren im Bereich der Leistengefäße (V. und A. femoralis) zu empfehlen.

Eine Beinperfusionskanüle ist in allen Fällen dringend anzuraten. Aufgrund der Tatsache, dass die meisten COVID-19-Patienten eine respiratorische Beteiligung aufweisen, ist davon auszugehen, dass ein beträchtlicher Anteil der Patienten aufgrund des Harlekin-Effektes eine ungenügende Oxygenierung der oberen Körperhälfte aufweisen[13]. Daher ist im Falle einer femoro-femoralen VA ECMO die Oxygenierung der oberen Körperhälfte engmaschig zu überprüfen (Sättigungsmessung rechte obere Extremität). Im Falle einer schlechten Oxygenierung ist frühzeitig eine Änderung des ECMO Set-Ups zu empfehlen. Gerade bei COVID-19 Patienten ist, um ein potentielles Infektionsrisiko zu gering wie möglich zu halten ist ein „upgrading" auf eine VVA ECMO die erste Variante. In diesem Fall wird über die Jugularvene eine weitere Kanüle eingebracht, die in an den arteriellen (rückführenden) Schenkel konnektiert wird. Alternative ist die Umkanülierung von arteriell-femoral auf die A.subclavia. Da hierfür auch chirurgische Kapazitäten benötigt werden, ist diese Entscheidung auch an das Vorhandensein herzchirurgischer OP-Kapazitäten in der Pandemiezeit zu knüpfen.

Bezüglich der unterstützenden Bildgebung bei der Implantation ist anzumerken, dass prinzipiell die transösophageale Echokardiographie die etablierteste und am häufigsten verwendete Methode ist. Da das TEE eine Aerosol-bildende Maßnahme darstellt, ist diese Entscheidung ist jedoch situationsabhängig zu fällen und gegen ein potentielles Infektionsrisiko abzuwägen. Alternativ kann auf eine transthorakale bzw. abdominelle Ultraschallbildgebung zurückgegriffen werden.

b. Kreislaufversagen an der VV ECMO

Es ist auch zu erwarten, dass ein Anteil der Patienten mit primär respiratorischem Versagen und VV ECMO im Verlauf ein Rechtsherzversagen (ARDS, hoher PEEP) oder Linksherzversagen (Myokarditis) entwickeln wird. Aus diesem Grund empfehlen wir regelmäßiges, zumindest ein Mal tägliches, echokardiographisches Monitoring. Für diesen Fall sind zwei mögliche Vorgehensweisen anzudenken. Welche davon für den individuellen Fall vorteilhaft ist, sollte vom jeweiligen Dienstteam entschieden werden:

- *Variante 1:* Wechsel auf VVA. In dieser Konfiguration kann die veno-venöse ECMO bleiben wie sie ist, es wird allerdings ein zusätzlicher arterieller Schenkel in den rückführenden Teil der ECMO über eine A. femoralis eingebracht. Hier erfolgt also die Oxygenierung insbesondere der oberen Körperhälfte über den VV-Anteil des Systems, die Kreislaufunterstützung über die VA-Komponente.
- *Variante 2:* Umkanülierung von VV auf VA. Da es sich um ein primär respiratorisches Versagen handelt, ist im Falle eines Wechsels von VV auf VA die Kanülierung der A. subclavia empfehlenswert, um ein Harlekin-Syndrom zu vermeiden.

Die Entscheidung, welche Variante bevorzugt wird, ist aufgrund der zur Verfügung stehenden Gefäßzugänge wie auch dem Zustand des Patienten (extubiert vs intubierter) zu treffen und auch auf die Erfahrung des jeweiligen im Dienst befindlichen Teams abzustimmen.

c. Sonderfall eCPR

Im AKH Wien besteht eines der größten und auch erfolgreichsten eCPR-Programme Europas. Dennoch sind gerade in diesem Bereich gute Indikationsstellungen essentiell, um mit den vorhandenen Ressourcen gut umzugehen und um die Patienten zu identifizieren, die von dieser Maßnahme profitieren können. Entsprechend dieser Vorgabe hat die Universitätsklinik für Notfallmedizin bereits Kriterien für die eCPR bei Non-COVID-19-Patienten erarbeitet**:**

UNIVERSITÄTSKLINIK FÜR NOTFALLMEDIZIN

MEDIZINISCHE UNIVERSITÄT WIEN

Allgemeines Krankenhaus der Stadt Wien

eCPR - CHECKLISTE

ZIEL: Eintritt Herzstillstand bis Übergabe im Krankenhaus **unter 60 Minuten** wenn:

	Beobachteter Herzkreislaufstillstand
	BLS oder Eintreffen Rettungsdienst am BO < 5 Min
	Alter < 70 Jahre
	Schockbarer Erstrhythmus oder anyROSC Phasen
	BMI < 35 (Leisten sind beidseits frei zugänglich)
	etCO2 anhaltend >14mmHg
	Pupillen NICHT weit / entrundet
	KEINE bekannte Endstage disease
	KEINE bekannte schwere PAVK

SOFORTIGE Kontaktaufnahme mit dem diensthabenden OA der Universitätsklinik für Notfallmedizin: **01/40400 76600**

Version 1.0 6/2018 C. Weiser

Abb. 2: Checkliste der Universitätsklinik für Notfallmedizin für potentielle eCPR

Das Risiko einer Infektion des medizinischen Personals im eCPR-Setting ist als hoch einzuschätzen (AEP - aerosol generating procedure). Dies gilt für nachgewiesen SARS-CoV-2-positive Patienten, wie auch für alle Verdachtsfälle.

Bei eCPR SARS-CoV-2-positiven Patienten ist dringend die frühzeitige (prähospitale) Kontaktaufnahme mit dem Team der Notfallaufnahme einzufordern, damit eine Entscheidung über die ECMO Implantation noch vor Eintreffen desr Patienten im Krankenhauses getroffen werden kann. Es muss vermieden werden, SARS-CoV-2-positive Patienten für eCPR ins Zentrum zu bringen, um dann erst vor Ort festzustellen, dass sich diese nicht dafür qualifizieren. In diesem Fall würde das Infektionsrisiko für das Personal in Kauf genommen ohne Aussicht, den Patienten erfolgreich behandeln zu können. Bezüglich der Schutzmaßnahmen ist derzeit bei jeglichen unter laufender Reanimation kommenden Patienten mit unbekanntem SARS-CoV-2-Status so vorzugehen, als ob der Patient positiv wäre.

6. Entscheidung über Therapiebeendigung bzw. weiterführende Therapie

Wie bei allen ECMO Patienten ist eine Evaluierung des Patientenzustandes auf täglicher Basis notwendig. Auch hier ist auf die protektiven Maßnahmen für das medizinische Personal hinzuweisen. Im Falle von pulmonalem und/oder kardialem Recovery ist ein entsprechendes Weaning-Protokoll einzuleiten.

Sollte es zu keiner Erholung kommen, muss auch bei COVID-19-Patienten eingeschätzt werden, ob diese sich für weiterführende Therapien qualifizieren (VAD oder Transplantation). Aus derzeitiger Sicht ist zwar nicht davon auszugehen, dass dies auf einen großen Teil der Patienten zutrifft, allerdings sollte diese Option gerade bei jungen Patienten nicht von vornherein ausgeschlossen werden.

Aufgrund von wissenschaftlichen Vorarbeiten wissen wir, dass bereits ab dem 7. Tag an der VA ECMO das Überleben der Patienten deutlich abnimmt. Dies bedeutet zwar nicht, dass ab dem 7. Tag jegliche ECMO Therapie beendet werden sollte. Allerdings ist es nötig, Therapieziele nach einer Woche Behandlungsdauer zu re-evaluieren und Entscheidungen entsprechend anzupassen. [14, 15].

Im Falle der nicht vorhandenen Optionen für eine weiterführende Therapie müssen eine Weiterführung der ECMO-Therapie und der Therapieabbruch diskutiert werden. Bei respiratorischer Indikation (VV ECMO) gibt es eine Subgruppe von Patienten mit Recovery auch nach deutlich längerer Zeit, sodass im Einzelfall (unter Berücksichtigung des Verlaufes und zusätzlicher Organversagen) entschieden werden muss, ob die Fortführung der ECMO-Therapie als zielführend erachtet werden kann [16, 17]. Auch diese Entscheidungen werden abhängig von der Ressourcenverfügbarkeit dynamisch beeinflusst werden.

7. Literatur

1. Grasselli G, Pesenti A, Cecconi M: **Critical Care Utilization for the COVID-19 Outbreak in Lombardy, Italy: Early Experience and Forecast During an Emergency Response.** *JAMA* 2020.
2. Wang D, Hu B, Hu C, Zhu F, Liu X, Zhang J, Wang B, Xiang H, Cheng Z, Xiong Y et al: **Clinical Characteristics of 138 Hospitalized Patients With 2019 Novel Coronavirus-Infected Pneumonia in Wuhan, China.** *JAMA* 2020.
3. Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, Zhang L, Fan G, Xu J, Gu X et al: **Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China.** *Lancet* 2020, **395**(10223):497-506.
4. Hu H, Ma F, Wei X, Fang Y: **Coronavirus fulminant myocarditis saved with glucocorticoid and human immunoglobulin.** *Eur Heart J* 2020.
5. ELSO: **ELSO Guidance Document: ECMO for COVID-19 Patients with Severe Cardiopulmonary Failure. https://www.elso.org/.** 2020.
6. Ramanathan K, Antognini D, Combes A, Paden M, Zakhary B, Ogino M, MacLaren G, Brodie D, Shekar K: **Planning and provision of ECMO services for severe ARDS during the COVID-19 pandemic and other outbreaks of emerging infectious diseases.** *Lancet Respir Med* 2020.
7. De Geer L, Fredrikson M, Tibblin AO: **Frailty predicts 30-day mortality in intensive care patients: A prospective prediction study.** *Eur J Anaesthesiol* 2020.
8. Combes A, Hajage D, Capellier G, Demoule A, Lavoue S, Guervilly C, Da Silva D, Zafrani L, Tirot P, Veber B et al: **Extracorporeal Membrane Oxygenation for Severe Acute Respiratory Distress Syndrome.** *N Engl J Med* 2018, **378**(21):1965-1975.
9. Papazian L, Aubron C, Brochard L, Chiche JD, Combes A, Dreyfuss D, Forel JM, Guerin C, Jaber S, Mekontso-Dessap A et al: **Formal guidelines: management of acute respiratory distress syndrome.** *Ann Intensive Care* 2019, **9**(1):69.
10. Fan E, Del Sorbo L, Goligher EC, Hodgson CL, Munshi L, Walkey AJ, Adhikari NKJ, Amato MBP, Branson R, Brower RG et al: **An Official American Thoracic Society/European Society of Intensive Care Medicine/Society of Critical Care Medicine Clinical Practice Guideline: Mechanical Ventilation in Adult Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome.** *Am J Respir Crit Care Med* 2017, **195**(9):1253-1263.
11. Serpa Neto A, Schmidt M, Azevedo LC, Bein T, Brochard L, Beutel G, Combes A, Costa EL, Hodgson C, Lindskov C et al: **Associations between ventilator settings during extracorporeal membrane oxygenation for refractory hypoxemia and outcome in patients with acute respiratory distress syndrome: a pooled individual patient data analysis : Mechanical ventilation during ECMO.** *Intensive Care Med* 2016, **42**(11):1672-1684.
12. Schmidt M, Pellegrino V, Combes A, Scheinkestel C, Cooper DJ, Hodgson C: **Mechanical ventilation during extracorporeal membrane oxygenation.** *Crit Care* 2014, **18**(1):203.
13. Lotz C, Ritter O, Muellenbach RM: **Assisted beating of the ischemic heart: how to manage the pulseless ST--segment-elevation myocardial infarction patient.** *Circulation* 2014, **130**(13):1095-1104.
14. ELSO: **ELSO General Guidelines for all ECLS Cases. https://www.elso.org.** 2017.

15. Pichler P, Antretter H, Dunser M, Eschertzhuber S, Gottardi R, Heinz G, Polzl G, Pretsch I, Rajek A, Wasler A et al: **[Use of ECMO in adult patients with cardiogenic shock: a position paper of the Austrian Society of Cardiology].** *Wien Klin Wochenschr* 2015, **127**(5-6):169-184.
16. Posluszny J, Rycus PT, Bartlett RH, Engoren M, Haft JW, Lynch WR, Park PK, Raghavendran K, Napolitano LM, Centers EM: **Outcome of Adult Respiratory Failure Patients Receiving Prolonged (>/=14 Days) ECMO.** *Ann Surg* 2016, **263**(3):573-581.
17. Camboni D, Philipp A, Lubnow M, Bein T, Haneya A, Diez C, Schmid C, Muller T: **Support time-dependent outcome analysis for veno-venous extracorporeal membrane oxygenation.** *Eur J Cardiothorac Surg* 2011, **40**(6):1341-1346;discussion 1346-1347.

Anhang 1: Kurzfassung

ECMO-Support bei PatientInnen mit COVID-19

Handlungsempfehlung zur Initiierung von Extrakorporaler Membran Oxygenierung bei PatientInnen mit COVID-19

Vorbereitung zur ECMO Therapie bei Pat. mit COVID-19

- **Kontakt IntensivkoordinatorIn:** Pager 81-4488 Tel: +43 1 40400-41070
- Indikationsstellung: siehe Checkliste COVID-19 ECMO Richtlinien MUW
- Durchführung Echokardiographie: Entscheidung VV- od. VA-ECMO (LVF, RVF, EF, Klappenpathologien)

Entscheidung zur VV ECMO

- **Schweres ARDS + konservative Maßnahmen ausgeschöpft**
- **Therapieoptimierung durch:**
  - **Bauchlage** (strongly recommended)
  - **Relaxierung** (recommended)
  - **PEEP Optimierung** (recommended)
  - **Recruitment** (consider)
  - **NO** (consider)

+ ECMO Kriterien erfüllt

- **PaO_2:FiO_2** <80mmHg >6h
- **PaO_2:FiO_2** <50mmHg >3h
- **pH**<7,25 bei **$PaCO_2$** ≥60mmHg für >6h

+ KEINE Ausschlusskriterien vorliegend und CHECKLISTE ECMO ANFRAGE COVID-19 **ausgefüllt**

Entscheidung zur VA ECMO

- **Therapierefraktärer kardiogener Schock**
- **eCPR**

Ausschlusskriterien für Implantation bei COVID-19 Patienten

Absolut

- Ablehnung durch Patient
- Schweres persistierendes neurolog. Defizit
- Terminale Systemerkrankung (Lebenserwartung < 1 Jahr)
- Aktive Hirnblutung
- Alter > 75 Jahre oder Alter > 70 plus ≥ 2 relative Kontraindikationen *
- Lungenfibrose ohne Transplantationsoption
- Metastasiertes Malignom
- Leberzirrhose Child C
- COPD GOLD IV
- < 1 Jahr nach allogener KMT

Relativ

- Alter > 65 a*
- Beatmungsdauer vor ECMO > 7 Tage
- Aktive relevante Immunsuppression
- Hämatologische Systemerkrankung
- Zusätzliches Organversagen (außer Niere)
- Chronische Herzinsuffizienz: NYHA IV (ohne HTX od. VAD Option)
- Demenz, Frailty**
- zusätzlich für VA ECMO:
  - Hochgradige Aorteninsuffizienz
  - schwere PAVK

* Alterslimits müssen im Laufe der Pandemie ggf. adaptiert werden ** Frailty predicts 30-day mortality in intensive care patients

Bei Vorliegen relativer Kontraindikationen ist eine ECMO-Therapie nur in begründeten Ausnahmefällen zu erwägen!

Hygiene PPE

Alle Pat. mit unklarem COVID Status oder einer typischen Klinik (auch bei initial negativem COVID Befund) sind bezüglich der Hygienevorgaben als COVID POS. zu behandeln! Siehe diesbezüglich die aktualisierten Hygieneempfehlungen des KAV/AKH/MUW

Implantation gilt als aerosolbildende Maßnahme:

- FFP3 (Alternativ FFP2) ohne Ventil
- Bartträgerhaube
- Schutzbrille+ Gesichtsschild (= Visier)
- Schutzmantel (steril)
- 2x Handschuhe (steril)

MEDIZINISCHE UNIVERSITÄT WIEN

Allgemeines Krankenhaus der Stadt Wien

COVID-19 ECMO Arbeitsgruppe Medizinische Universität Wien
Wiedemann D, Magnet I, Dietelmair K, Schellongowski P, Bernardi MH, Rösler B
Zimpfer D, Röggla M, Gollesch G, Holzer M, Ullrich R, Laufer G, Staudinger T
Version 29.3.20

Quelle: ELSO, Lancet Respir Med, Eur J. Anaesth, NEJM

ECMO-Support bei PatientInnen mit COVID-19

Handlungsempfehlung zur Initiierung von Extrakorporaler Membran Oxygenierung bei PatientInnen mit COVID-19

VV- oder VA-ECMO

VV ECMO

- **Rescuetherapie** bei therapierefraktärer Hypoxämie / Hyperkapnie
- **Kanülierung** primär **perkutan** (primär: V. fem; V. Jug dex.)
- **Kanülengröße:** erwarteter **Blutfluss** (> 60% des HZV)
- **Präferentiell größere Drainagekanülen** wählen (≥ 10 mm Venendruchmesser im US: mind. **23Fr** (ggf. 25Fr)
- **Reperfusionkanüle: 2 – 4 Fr kleiner** als Drainagekanüle

VA ECMO

- Indikation VA ECMO: therapierefraktärer kardiogener Schock
- Kanülierung primär perkutan
- Beinperfusionskanüle dringend angeraten
- Cave: Harlekin-Effekt bei V. fem.-A. fem. Kanülen (ggf. VAV Setup mit zusätzlicher Kanüle in V.jug.; alternativ zentrale art. Kanüle A. Subclavia)

- **Sekundäres Kreislaufversagen an VV ECMO:**
  Umkanülieren auf VA ECMO oder VVA ECMO
  (zusätzliche Kanüle A. fem.)
- **CAVE**: Antikoagulation!
- **CAVE**: TEE auf Grund der Aerosolbildung zurückhaltend einsetzen! Alternativ: mittels TTE/Abdomen Schallkopf rechten Vorhof bzw. Aorta Abdominalis beim Kanülieren darstellen.

Beatmung an der VV-ECMO

Protektive Beatmungsstrategie wählen:

- FiO_2 0,3-0,5
- Tidalvolumen 4 ml/kg PBW (wenn möglich)
- Atemfrequenz 10-30/min.
- Driving Pressure möglichst gering, jedenfalls < 15 cmH_2O
- Plateaudruck ≤ 24 cmH_2O (jedenfalls < 30cmH_2O)
- PEEP mind. 10 cmH_2O (nach individueller Titration höher)

eCPR Checkliste der Univ. Klinik für Notfallmedizin

Ziel: Herzstillstand bis Übergabe ans ECMO Team < 60min.
wenn:

- Beobachteter Herzkreislaufstillstand
- BLS oder Eintreffen ACLS Team am BO <5min
- Alter <70 Jahren
- Schockbarer Erstrhythmus oder any ROSC Phasen
- BMI<35 (Leisten beidseits frei zugänglich)
- etCO2 anhaltend >14mmHg
- Pupillen NICHT weit/entrundet
- KEINE bekannte Endstage Disease
- KEINE bekannte schwere pAVK

Sofortige Kontaktaufnahme mit dem Diensthabenden OA der Universitätsklinik für Notfallmedizin: 01/40400 76600
Bei allen PatientInnen für eCPR: Schutzmaßnahmen: Vorgehen wie bei COVID positiv!

Therapiebeendigung

- Tägliche Re-evaluation der ECMO Indikation
- Interdisziplinäre Re-Evaluation vor Ort spätestens Tag 7 (VA ECMO) / Tag21 (VV ECMO)
- Weaningprotokolle etablieren
- Frühzeitige Definition des Therapieziels

Entscheidungshilfen:

- Therapiezieländerung auf der Intensivstation der ÖGARI
- Mortalitätsanstieg ab 7. Therapietag
- bei VA ECMO:
  kardiale Erholung ab 21.d unwahrscheinlich
  Weiterführende Optionen wahrscheinlich? (VAD/TX)

Wichtige Kontakte

- **Intensivbettekoordinator/-in:** 81-4488 / Tel: 41070
- **Herzchirurgie OA/OÄ:** Leitstelle OP Gr. II 52620 /52630
- **Kardiotechnik**: Leitstelle OP Gr. II 52620 /52630
- **Notfallmedizin OA/OÄ**: 76600
- **Interventionelle Kardiologie**: 81-2422

MEDIZINISCHE UNIVERSITÄT WIEN
Allgemeines Krankenhaus der Stadt Wien

COVID-19 ECMO Arbeitsgruppe Medizinische Universität Wien
Wiedemann D, Magnet I, Distelmair K, Schellongowski P, Bernardi MH, Rössler B
Zimpfer D, Röggla M, Gollesch G, Holzer M, Ullrich R, Laufer G, Staudinger T
Version 29.3.20
Quelle: ELSO, Lancet Respir Med, Eur J. Anaesth, NEJM

Anhang 2: Checkliste für ECMO-Anfragen

CHECKLISTE ECMO ANFRAGE COVID-19

Datum, Uhrzeit der Anfrage: _____ Entgegennahme durch: _____

AnruferIn:

_____ _____ _____ _____
Name **Krankenhaus/Station** **Telefon** **Fax**

PatientIn:

_____ _____ _____
Vorname **Nachname** **Geburtsdatum**

_____
Vor- und Grunderkrankungen

ECLS-Indikation? ☐ **ARDS** ☐ **Kardiogener Schock** ☐ **unklar**

Patient			
Alter	Jahre	Größe	cm
Geschlecht	☐ **M** ☐ **W**	Gewicht	kg
ICU-Aufnahme	Datum	**Intubation**	Datum
Therapiebegrenzung/ Sachwalter/ Patientenverfügung	Statusbeschreibung		
Beatmung			
Modus		PaO_2	mmHg
FiO_2		$PaCO_2$	mmHg
$P_{plat/insp}$	mbar	PaO_2/FiO_2	
PEEP	mbar	SaO_2	%
V_T	ml	pH	
AF	/min		
Bauchlage	☐ **JA** ☐ **NEIN**	Rekrutierung	☐ **JA** ☐ **NEIN**
Relaxierung	☐ **JA** ☐ **NEIN**	NO	☐ **JA** ☐ **NEIN**

Hämodynamik		**Labor**	
RR	mmHg	PLT	G/l
Rhythmus? / HF	/min	aPTT	Sek.
HZV	l/min	PTZ	%
Noradrenalin	µg/kg/min	FBG	mg/dl
Dobutamin	µg/kg/min	Hbg	g/l
Vasopressin	IU/h	Laktat	mmol/l
Andere Vasoaktiva			
Echo	LVF: EF: AI? RVF: Sonstiges:		
Gefäßstatus	Liegende Zugänge:	Thrombosen:	
C/P	Kurzbefund		
CT	Kurzbefund		
Risikofaktoren			
Alter > 65 Jahre	◻ **JA** ◻ **NEIN**	Hämatol. Systemerkrankung	◻ **JA** ◻ **NEIN**
Persist. neurolog. Defizit	◻ **JA** ◻ **NEIN**	Aktive Immunsuppression	◻ **JA** ◻ **NEIN**
Terminale Systemerkrankung	◻ **JA** ◻ **NEIN**	St.p. KMT < 1 Jahr	◻ **JA** ◻ **NEIN**
Aktive Hirnblutung	◻ **JA** ◻ **NEIN**	Leberzirrhose	◻ **JA** ◻ **NEIN**
Lungenfibrose ohne LTX Option	◻ **JA** ◻ **NEIN**	COPD IV	◻ **JA** ◻ **NEIN**
Metastasiertes Malignom	◻ **JA** ◻ **NEIN**	Demenz, Frailty	◻ **JA** ◻ **NEIN**
Weitere Organversagen:	◻ **JA** ◻ **NEIN**	CPR seit Aufnahme?	◻ **JA** ◻ **NEIN**
Welche Organversagen?			