

**CENTRO UNIVERSITÁRIO SAGRADO CORAÇÃO - UNISAGRADO**

**ANDRESSA PITAGUARY ZORZETTO**

**EFETIVIDADE DA ECMO NA COVID-19: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

**BAURU**

**2022**

ANDRESSA PITAGUARY ZORZETTO

**EFETIVIDADE DA ECMO NA COVID-19: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Biomedicina - Centro Universitário Sagrado Coração.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Fernanda Furlanetto Bellentani.

BAURU

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com  
ISBD

Z83e

Zorzetto, Andressa Pitaguary

Efetividade da ECMO na Covid-19: uma revisão de literatura /  
Andressa Pitaguary Zorzetto. -- 2022.  
32f.: il.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Fernanda Furlanetto Bellentani

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biomedicina) -  
Centro Universitário Sagrado Coração - UNISAGRADO - Bauru -  
SP

1. ECMO. 2. Covid-19. 3. Efetividade. 4. Circulação  
extracorpórea. I. Bellentani, Fernanda Furlanetto. II. Título.

ANDRESSA PITAGUARY ZORZETTO

**EFETIVIDADE DA ECMO NA COVID-19: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Biomedicina – Centro Universitário Sagrado Coração.

Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Banca examinadora:

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Fernanda Furlanetto Bellentani (Orientadora)  
CENTRO UNIVERSITÁRIO SAGRADO CORAÇÃO

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Daniela Barbosa Nicolielo  
CENTRO UNIVERSITÁRIO SAGRADO CORAÇÃO

Não há exemplo maior de dedicação do que o da nossa família. À minha querida família, que tanto admiro, dedico o resultado do esforço realizado ao longo deste percurso.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter permitido que eu tivesse saúde e determinação para não desanimar durante a realização deste trabalho.

Aos meus pais que me ajudaram nessa caminhada tanto de forma financeira como de forma incentivadora nos momentos difíceis e meu irmão, que esteve ao meu lado também neste momento da minha vida, amo vocês.

Aos meus amigos, em especial a Heloisa Vidal, Bárbara Bertan, Isabela Fabbron, Jordanna Cruzeiro, Camila Conquista, Stefani Cordeiro e ao Miguel Toledo, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período de tempo em que me dediquei a este trabalho.

Em especial, gostaria de agradecer a Heloisa e a Bárbara por sempre estarem ao meu lado e nunca me deixarem desistir, pelos conselhos, pelas ajudas, pelos puxões de orelha e por sempre me levantar quando eu estava mal, eu amo vocês.

Quero agradecer também mais especialmente à Heloisa, por estar ao meu lado nesse último ano de faculdade, sempre esteve ao meu lado me incentivando, me fazendo rir, levantando meu astral e não me deixando desistir desse processo, você mora no meu coração, te amo.

À professora Fernanda Bellentani Furlanetto, por ter sido minha orientadora e ter desempenhado tal função com dedicação, amizade e paciência com os meus erros.

À professora Daniela Nicolielo Barbosa, por ter aceitado ser minha banca avaliadora do TCC e por todos os ensinamentos preciosos ministrado.

Aos professores, por todos os conselhos, pela ajuda e pela paciência com a qual guiaram o meu aprendizado.

A todos que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo o meu processo de aprendizado.

Às pessoas com quem convivi ao longo desses anos de curso, que me incentivaram e que certamente tiveram impacto na minha formação acadêmica.

À instituição Centro Universitário Sagrado Coração, essencial no meu processo de formação profissional, pela dedicação, e por tudo o que aprendi ao longo dos anos do curso.

## **EPIGRAFE**

“A persistência é o caminho do êxito.”  
(CHAPLIN, Charles. Vida e Pensamentos.  
Editora Martin Claret, 1997. p. 118).

## RESUMO

A COVID-19 afeta diretamente o trato respiratório do indivíduo, causando uma série de infecções no mesmo. Segundo o Jornal de Cardiologia Brasileiro (2021), de 15 a 20% dos pacientes diagnosticados com a SARS-COV-2 podem evoluir com a forma mais grave da doença, progredindo muitas vezes para a Síndrome da Angústia Respiratória Aguda (SARA), definida como hipoxemia secundária à um início rápido de edema pulmonar não cardiogênico, abrangendo lesões pulmonares, incluindo pneumonia, sepse, choque não cardiogênico e traumas. Nesse contexto, a ECMO emerge como uma possibilidade terapêutica para suporte cardiopulmonar enquanto a doença de base e seus desdobramentos são enfrentados. Trata-se de uma substituição temporária da função cardiopulmonar do paciente que consiste no acesso ao sistema vascular por meio de canulação para drenagem do sangue, bombeamento para uma membrana (pulmão artificial) que fará a troca gasosa, e devolução do sangue já oxigenado na circulação do paciente. A ECMO é indicada em casos de insuficiência respiratória hipoxêmica, que ocorre quando o nível de oxigênio está baixo no sangue, ou hipercápnica, que ocorre quando a ventilação alveolar cai ou não consegue se elevar adequadamente em resposta a uma produção aumentada de dióxido de carbono, e choque cardiogênico ou não cardiogênico. O consenso da ELSO (*Extracorporeal Life Support Organization*) define que não existe contraindicação absoluta ao uso da ECMO, mas o risco e o benefício do suporte com ECMO devem ser analisados para cada paciente. Considerando as indicações e contraindicações, a ECMO poderia reduzir a mortalidade nos casos graves de COVID-19, tendo em vista prevenção da falência pulmonar e mortalidade por causas cardiovasculares. O objetivo deste trabalho foi analisar a efetividade da oxigenação por membrana extracorpórea (ECMO) nos casos de COVID-19 por meio de uma revisão de literatura. Para isso foi realizado um estudo descritivo baseado em levantamento bibliográfico de trabalhos e artigos publicados nos anos de 2017 a 2022, nas principais bases de dados como Scielo, Pumed, Lilacs e Google Acadêmico. Ao final deste estudo foi possível analisar que o uso de ECMO, em pacientes com insuficiência respiratória grave, pode aumentar as chances de cura e reduzir a mortalidade comparado à terapêutica padrão. O resultado dessa terapia depende de indicações precisas e análise detalhada da situação de cada paciente para garantir uma melhor sobrevida, como o momento precoce de suporte com ECMO, os fatores de risco dos pacientes, o reconhecimento e o tratamento da causa da deterioração da oxigenação e mortalidade.



**Palavras chave:** Circulação extracorpórea. Covid-19. ECMO. Efetividade.

### **ABSTRACT**

COVID-19 directly affects the individual's respiratory tract, causing a series of infections in it. According to the Brazilian Journal of Cardiology (2021), 15 to 20% of patients diagnosed with SARS-COV-2 may evolve with the most severe form of the disease, often progressing to Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS), defined as hypoxemia secondary to a rapid onset of non-cardiogenic pulmonary edema, encompassing lung injuries including pneumonia, sepsis, non-cardiogenic shock and trauma. In this context, ECMO emerges as a therapeutic possibility for cardiopulmonary support while the underlying disease and its consequences are faced. It is a temporary replacement of the patient's cardiopulmonary function, which consists of accessing the vascular system through cannulation to drain the blood, pumping it into a membrane (artificial lung) that will perform gas exchange, and return the already oxygenated blood to the circulation. of the patient. ECMO is indicated in cases of respiratory failure hypoxemia, which occurs when the level of oxygen is low in the blood, or hypercapnic, which occurs when alveolar ventilation falls or fails to rise adequately in response to an increased production of carbon dioxide, and cardiogenic or non-cardiogenic shock. The ELSO (*Extracorporeal Life Support Organization*) consensus defines that there is no absolute contraindication to the use of ECMO, but the risk and benefit of ECMO support must be analyzed for each patient. Considering these indications and contraindications, ECMO could reduce mortality in severe cases of COVID-19, with a view to preventing lung failure and mortality from cardiovascular causes. The objective of this study was to analyze the effectiveness of extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) in cases of COVID-19 through a literature review. For this, a descriptive study was carried out based on a bibliographical survey of works and articles published from 2017 to 2022, in the main databases such as Scielo, Pumed, Lilacs and Google Scholar. At the end of this study, it was possible to analyze that the use of ECMO, in patients with severe respiratory failure, can increase the chances of cure and reduce mortality compared to standard therapy. The outcome of this therapy depends on accurate indications and detailed analysis of each patient's situation to ensure better survival, such as early timing of ECMO support, patient risk factors, recognition and treatment of the cause of deterioration in oxygenation, and mortality.

**Keywords:** Covid-19. ECMO. Effectiveness. Extracorporeal circulation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> Esquema ilustrativo de circuito padrão de oxigenação por membrana extracorpórea. -----	16
<b>Figura 2</b> Esquema ilustrativo de um circuito de oxigenação por membrana extracorpórea venovenosa. -----	18
<b>Figura 3</b> Esquema ilustrativo de um circuito de oxigenação por membrana extracorpórea venoarterial periférica. -----	19

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CDC	Centros de Controle e Prevenção de Doenças
ECMO	Membrana de Oxigenação Extracorpórea
ECPR	Ressuscitação Cardiopulmonar Extracorpórea
ELSO	<i>Extracorporeal Life Support Organization</i>
EOLIA	<i>ECMO to Rescue Lung Injury in Severe ARDS</i>
IAM	Infarto Agudo do Miocárdio
MERS	Síndrome Respiratória do Oriente Médio
MV	Ventilação Mecânica
OMS	Organização Mundial da Saúde
SARA	Síndrome da Angústia Respiratória Aguda
SARS-COV-2	Coronavírus 2
SDRA	Síndrome de Angústia Respiratória do Adulto
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
VA-ECMO	Membrana de Oxigenação Extracorpórea Venoarterial
VV-ECMO	Membrana de Oxigenação Extracorpórea Venovenosa

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.1	ECMO: INDICAÇÕES E CONTRAINDICAÇÕES .....	12
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	14
2.1	OBJETIVO GERAL .....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	15
<b>4</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	16
4.1	DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO DA ECMO .....	16
4.2	ECMO NA COVID-19.....	20
4.3	COMPLICAÇÕES DA UTILIZAÇÃO DA ECMO NA COVID-19 .....	23
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	25
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	26

## 1 INTRODUÇÃO

O distrito de Wuhan, no centro da China, anunciou a detecção de um vírus não descrito anteriormente que causou um surto de pneumonia em dezembro de 2019. Posteriormente, essa pneumonia foi entendida como uma síndrome respiratória aguda grave causada pelo coronavírus 2 (SARS-CoV-2), que foi posteriormente denominada de COVID-19. O surto de SARS-CoV-2 foi declarado como uma emergência de saúde pública de preocupação internacional pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 30 de janeiro e como uma pandemia em 11 de março de 2020 (MÁSSIMO *et al.*, 2021). Novas estimativas da Organização Mundial da Saúde (OMS) mostram que o número total de mortes relacionadas direta ou indiretamente à pandemia de COVID-19 (descrito como “excesso de mortalidade”) entre 1 de janeiro de 2020 e 31 de dezembro de 2021 foi de aproximadamente 14,9 milhões (intervalo de 13,3 milhões a 16,6 milhões) (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2022).

A COVID-19 afeta diretamente o trato respiratório de um indivíduo e causa uma série de infecções (UMAKANTHAN *et al.*, 2020). Segundo o Jornal de Cardiologia Brasileiro (2021), de 15 a 20% dos pacientes diagnosticados com a SARS-COV-2 podem desenvolver a forma mais grave da doença, progredindo muitas vezes para a Síndrome da Angústia Respiratória Aguda (SARA), definida como hipoxemia secundária à um início rápido de edema pulmonar não cardiogênico, abrangendo lesões pulmonares, incluindo pneumonia, sepse, choque não cardiogênico e traumas (RIBEIRO, 2020; WILLIAMS *et al.*, 2020).

Nestes casos de agravamento, ocorre a internação do paciente na Unidade de Terapia Intensiva (UTI), sendo este tratado com o uso de medicamentos, Membrana de Oxigenação Extracorpórea (ECMO) e ventilação mecânica (MV), quando necessários (KOWALEWSKI *et al.*, 2020).

Na COVID-19, embora as complicações pulmonares mais comumente relatadas em pacientes críticos sejam a pneumonia e a SARA, há evidências de complicações não apenas relacionadas à síndrome inflamatória que acompanha esta infecção, mas também de eventos micro e macrovasculares, possivelmente relacionados às trombozes intravasculares ou disfunções endoteliais. Além disso, até 7% dos pacientes morrem de miocardite fulminante e isso pode ser um fator contribuinte em até 33% das mortes. A complexidade da fisiopatologia desses surtos respiratórios é enorme, mas sabe-se que a insuficiência cardiopulmonar significativa e refratária ao tratamento convencional pode ser fatal e demandará terapias de suporte de alta complexidade. (MÁSSIMO *et al.*, 2021)

Nesse contexto, a ECMO surge como uma possibilidade terapêutica para suporte cardiopulmonar enquanto a doença de base e seus desdobramentos são enfrentados. Trata-se de uma substituição temporária da função cardiopulmonar do paciente que consiste no acesso ao sistema vascular por meio de canulação para drenagem do sangue, bombeamento para uma membrana (pulmão artificial) que fará a troca gasosa, e devolução do sangue já oxigenado na circulação do paciente. (MÁSSIMO *et al.*, 2021)

### 1.1 ECMO: INDICAÇÕES E CONTRAINDICAÇÕES

A ECMO é indicada em casos de insuficiência respiratória hipoxemia, que ocorre quando o nível de oxigênio está baixo no sangue, ou hipercápnica, que ocorre quando a ventilação alveolar cai ou não consegue se elevar adequadamente em resposta a uma produção aumentada de dióxido de carbono, e choque cardiogênico ou não cardiogênico. Seu uso de forma venovenosa (VV-ECMO) é escolhido em casos de insuficiência respiratória com função cardíaca preservada, enquanto a ECMO venoarterial (VA-ECMO) é indicada para fornecer suporte cardíaco em casos com função pulmonar está preservada ou não. (CORRÊA *et al.*, 2019) Essas duas técnicas serão melhores descritas posteriormente nesse trabalho.

O consenso da ELSO (*Extracorporeal Life Support Organization*) define que não há contraindicação absoluta ao uso da ECMO, mas o risco e o benefício do suporte com ECMO devem ser analisados para cada paciente. Existem situações em que o benefício da ECMO é questionável, sendo considerada uma contraindicação relativa à sua utilização. As principais contraindicações relativas são: hemorragia ativa não controlada, neoplasia sem perspectiva de tratamento, transplante de órgão sólido ou imunossupressão, disfunção irreversível do sistema nervoso central, e falência cardíaca ou respiratória irreversíveis ou em estágio terminal em pacientes não candidatos a transplante. (CORRÊA *et al.*, 2019)

Dadas essas indicações e contraindicações, a ECMO poderia reduzir a mortalidade nos casos graves de COVID-19, tendo em vista prevenção da falência pulmonar e mortalidade por causas cardiovasculares. Essa dupla relação, aliás, é a principal expectativa do seu uso, já que surgem evidências de um tropismo do vírus, também, pelo tecido cardiovascular (devido à presença de ECA II), bem como do estresse no sistema causado pela resposta inflamatória exacerbada e pela tempestade de citocinas (SHI *et al.*, 2020; ZHENG *et al.*, 2020). Observou-se na população chinesa, que o maior risco de morte pelo SARS-CoV-2 é justamente o de pacientes com problemas cardiovasculares e que cerca de 33% das mortes são causadas por

falência pulmonar em associação a miocardiopatias, e 7% das mortes têm como causa exclusivamente o Infarto Agudo do Miocárdio (IAM) (PEREIRA *et al.*, 2020).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar a efetividade da oxigenação por membrana extracorpórea (ECMO) nos casos de COVID-19 por meio de uma revisão de literatura.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Descrever o funcionamento da ECMO;
- Descrever as possíveis complicações devido ao uso da ECMO na COVID-19;
- Descrever a importância do uso da ECMO nas terapias intensivas como na COVID-19.



### **3 METODOLOGIA**

Esse trabalho consiste na realização de um levantamento bibliográfico, exploratório, descritivo, qualitativo buscando artigos científicos relacionados ao tema: EFETIVIDADE DA ECMO NA COVID-19. O levantamento de dados para essa pesquisa foi realizado buscando fontes em artigos científicos através das bases de dados digitais/online PubMed, Scielo, Google Acadêmico e Lilacs.

Para a pesquisa foram utilizadas as seguintes palavras chaves: Ecmo funcionamento; Covid-19; Perfusão extracorpórea; Ecmo complicações. Foram selecionados artigos nos idiomas português e inglês e no período de 2017 a 2022.

Como critério utilizado para selecionar os artigos para a revisão após a busca foi: artigos de revisão de literatura que abordassem, somente, o uso da ECMO em pacientes adultos com COVID-19. Como critérios de exclusão foram considerados: artigos que não estivessem entre os períodos de 2017 a 2022 e artigos não disponibilizados na integralidade.

Nesta busca foram encontrados 45.625 artigos. Destes, respeitando os critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 47 para compor este estudo de revisão.

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

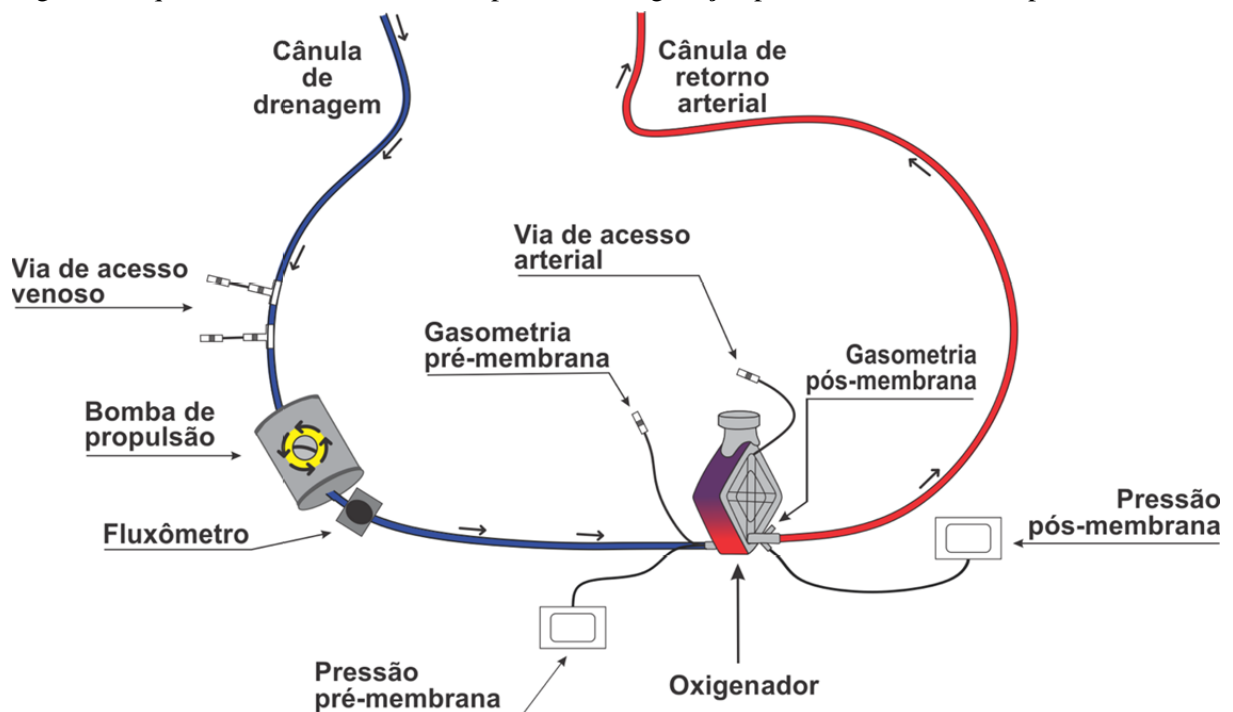
### 4.1 DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO DA ECMO

Uma parte importante de um circuito de ECMO são duas cânulas para drenagem e retorno de sangue (*inflow/outflow*), uma bomba de impulsão de sangue, um oxigenador, sensores de fluxo e pressão, um sistema de resfriamento ou aquecimento do sangue e arterial e um sistema de controle de temperatura no acesso venoso para coleta de sangue no circuito. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020).

A função da bomba de propulsão é impulsionar o sangue do paciente para a membrana oxigenadora, criando assim fluxo para o sistema. A bomba de propulsão é geralmente posicionada na linha da cânula de drenagem, entre o paciente e a membrana oxigenadora (CHAVES *et al.*, 2019).

Conforme mostrado na figura 1, o sangue venoso é retirado do paciente através de uma cânula de drenagem e bombeado, pela bomba de propulsão, para o oxigenador. O sangue então é devolvido para o paciente através de uma artéria (oxigenação por membrana extracorpórea venoarterial) ou uma veia (oxigenação por membrana extracorpórea venovenosa). Existem vias de acesso ao longo do circuito para infusão de medicamentos, fluídos e coletas de exames laboratoriais, além sensores de pressão e de fluxo (BARROS *et al.*, 2021).

Figura 1 Esquema ilustrativo de circuito padrão de oxigenação por membrana extracorpórea.



Fonte: CHAVES, Renato Carneiro de Freitas *et al.* Oxigenação por membrana extracorpórea: revisão da literatura: *Extracorporeal membrane oxygenation: a literature review*. **Rev Bras Ter Intensiva**, São Paulo, v. 31, ed. 3, p. 410-424, 18 fev. 2019.

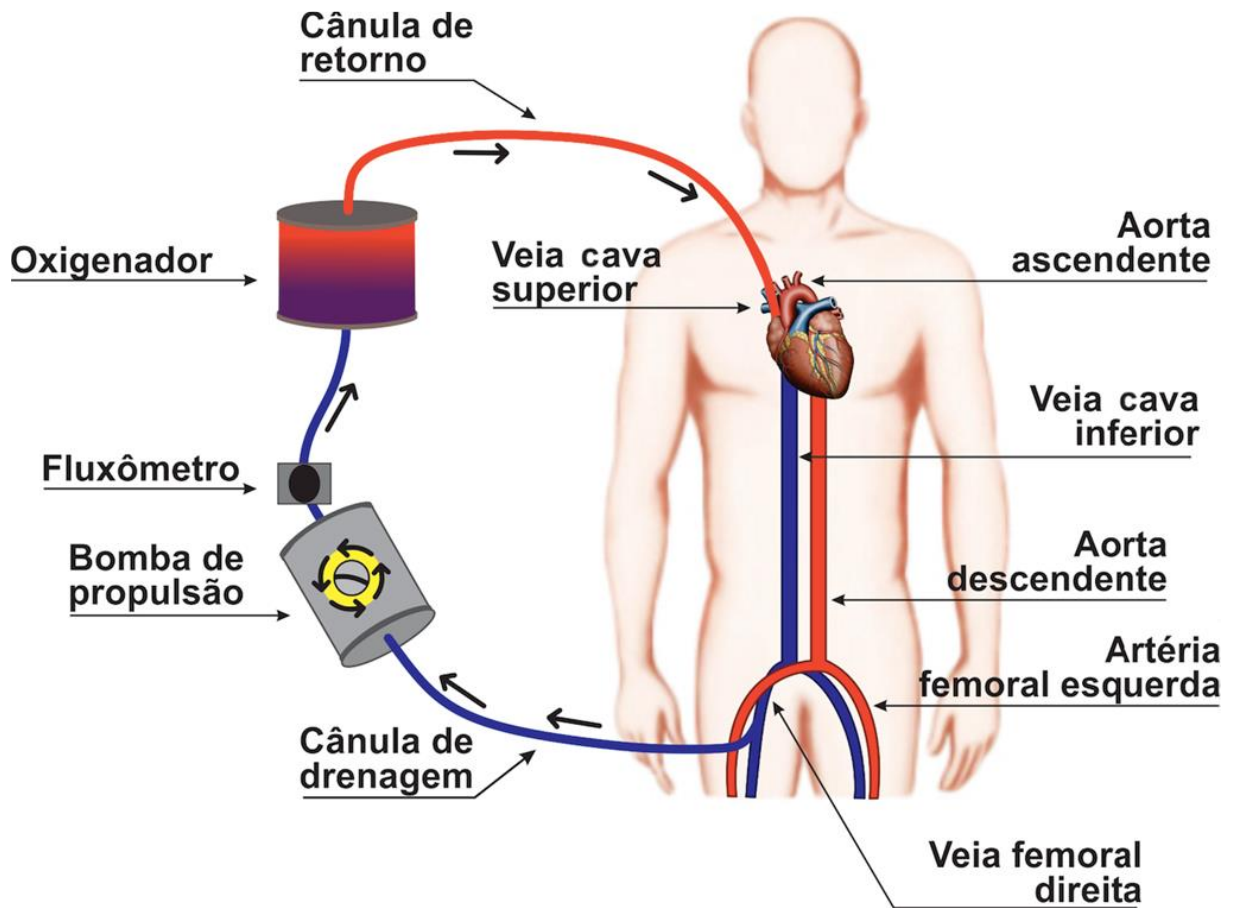
Podem ser utilizadas dois tipos de bomba: de rolete ou centrífuga. A bomba de rolete gera fluxo sanguíneo comprimindo progressivamente o segmento do tubo da cânula de drenagem, resultando em um fluxo de sangue unidirecional e contínuo. A bomba centrífuga gera propulsão sanguínea através de um campo magnético gerado pela rotação de um eixo acoplado a um disco, gerando fluxo de sangue de forma unidirecional e contínuo. Em ambos os tipos de bomba, é necessário a utilização de dispositivos de segurança que permitam que o sistema funcione em situações de interrupção da energia elétrica, como, por exemplo, a bateria e a manivela. A bateria é ativada em casos de interrupção da energia ou durante o transporte do paciente em ECMO. A manivela permite a geração de fluxo sanguíneo caso o funcionamento adequado do sistema não seja restabelecido em situações de interrupção da energia (OLIVEIRA *et al.*, 2021).

O oxigenador consiste em um recipiente contendo duas câmaras separadas por uma membrana semipermeável, que é a membrana de oxigenação, através da qual o sangue do paciente flui por uma câmara enquanto uma mistura gasosa, denominada fluxo de gás fresco, flui pela outra. É por meio da membrana de oxigenação, que ocorre difusão dos gases entre o sangue do paciente e o fluxo de gás fresco, oxigenando o sangue venoso e a removendo o dióxido de carbono. (BARROS *et al.*, 2021).

O circuito da ECMO pode ser configurado como ECMO-VV (Figura 2) ou como ECMO-VA (Figura 3). Em todas as modalidades de ECMO são necessárias uma via de acesso para drenagem e uma de acesso para retorno do sangue ao paciente (CHAVES *et al.*, 2019).

Na ECMO-VV, a cânula de drenagem é geralmente inserida na veia femoral direita e a cânula de retorno, na veia jugular interna direita (Figura 2). Alternativamente, a cânula de drenagem pode ser inserida na veia jugular e a de retorno, na veia femoral. O uso de uma cânula duplo lúmen, ainda não disponível no Brasil, permite que as funções de drenagem e retorno do sangue ocorram pelo mesmo acesso venoso, permitindo maior mobilidade aos pacientes (BARROS *et al.*, 2021).

Figura 2 Esquema ilustrativo de um circuito de oxigenação por membrana extracorpórea

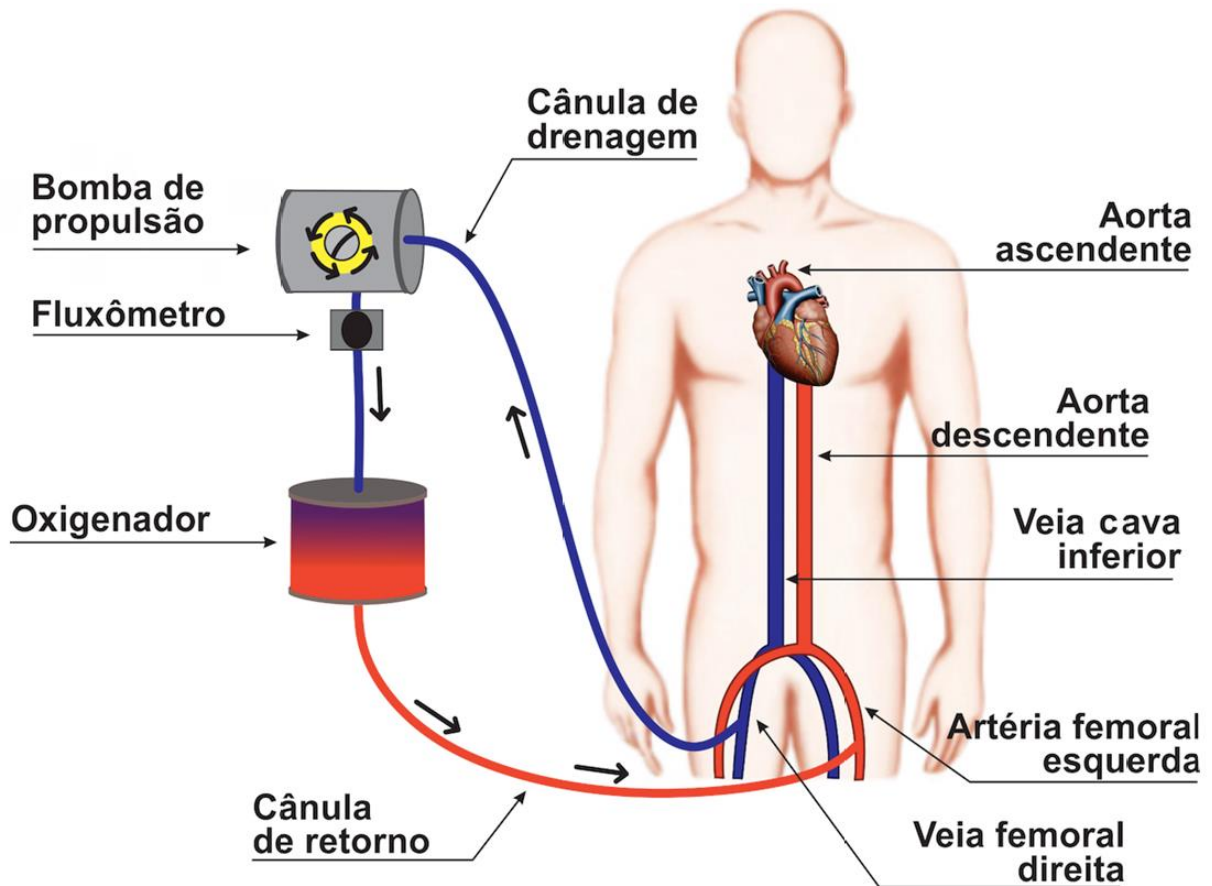


venovenosa.

Fonte: CHAVES, Renato Carneiro de Freitas *et al.* Oxigenação por membrana extracorpórea: revisão da literatura: *Extracorporeal membrane oxygenation: a literature review*. *Rev Bras Ter Intensiva*, São Paulo, v. 31, ed. 3, p. 410-424, 18 fev. 2019.

Já na figura 3, é possível observar um circuito de oxigenação por membrana extracorpórea venoarterial periférica. Nesse caso, o sangue proveniente da veia cava inferior é drenado por canulação da veia femoral direita. O sangue então passa pela bomba de propulsão e pela membrana de oxigenação, retornando para o sistema arterial do paciente através da artéria femoral esquerda (BARROS *et al.*, 2021). Esse tipo de modalidade fornece suporte hemodinâmico e respiratório (SAUERESSIG *et al.*, 2021). Assim, a ECMO-VA possui como particularidade a exclusão da circulação pulmonar (CHAVES *et al.*, 2019), sendo uma vantagem pois suporta tanto a troca gasosa quanto suplementa o débito cardíaco (OLIVEIRA (B) *et al.*, 2021).

Figura 3 Esquema ilustrativo de um circuito de oxigenação por membrana extracorpórea venoarterial periférica.



Fonte: CHAVES, Renato Carneiro de Freitas *et al.* Oxigenação por membrana extracorpórea: revisão da literatura: *Extracorporeal membrane oxygenation: a literature review. Rev Bras Ter Intensiva*, São Paulo, v. 31, ed. 3, p. 410-424, 18 fev. 2019.

O principal objetivo da ECMO é substituir a função cardíaca e/ou respiratória, dando ao paciente tempo para se revigorar e se recuperar de qualquer dano à sua saúde. No entanto, deve-se notar que esta é uma intervenção complexa, que requer uma avaliação criteriosa do sistema funcional do paciente, pelo menos, uma vez ao dia. (SANTOS *et al.*, 2017).

A *Extracorporeal Life Support Organization* desenvolveu diretrizes que descrevem as indicações e a prática da ECMO, que são claras e agora bem aceitas pela maioria dos centros que utilizam essa plataforma (ABRAMS *et al.*, 2018). As contraindicações para o estabelecimento de ECMO também foram estabelecidas, reconhecendo as profundas ramificações da má seleção de pacientes, embora tendam a ser mais relativas na prática (HAN *et al.*, 2018)

A ECMO-VV é preferencialmente utilizada em pacientes com função cardíaca preservada ou moderadamente reduzida, sendo a modalidade de escolha em pacientes com

insuficiência respiratória hipoxêmica e insuficiência respiratória hipercápnica. A configuração ECMO-VA é a modalidade indicada para pacientes com insuficiência cardíaca, podendo ou não necessitar de suporte pulmonar em conjunto (OLIVEIRA (A) *et al.*, 2021).

As diretrizes brasileiras de ventilação mecânica estabelecem ECMO-VV nos casos de hipoxemia refratária definida como a razão entre pressão parcial de oxigênio e  $FiO_2$  ( $PaO_2/FiO_2$  - é a fração molar ou volumétrica de oxigênio no gás inalado)  $<80$ , com  $FiO_2 > 80\%$  após realizar manobras adjuvantes e de resgate para SDRA grave por, pelo menos, 3 horas. Nos casos de insuficiência respiratória hipercápnica, as diretrizes brasileiras estabelecem como critério para o uso da ECMO a presença de hipercapnia com pH mantido em valores  $\leq 7,20$ , com frequência respiratória (FR) de 35rpm e volume corrente entre 4 a 6mL/kg de peso predito, obrigatoriamente com pressão de distensão  $\leq 15cmH_2O$ . Como esta diretriz é um documento nacional de conduta, sugere-se sua adoção para indicação de ECMO-VV nos casos de insuficiência respiratória hipoxêmica ou hipercápnica (CHAVES *et al.*, 2019).

A ECMO-VA está indicada no cenário de choque cardiogênico, no qual o paciente apresenta baixo débito cardíaco e hipoperfusão tecidual, apesar da otimização hemodinâmica com reposição volêmica, utilização de inotrópicos, vasopressores ou vasodilatadores e/ou balão de contrapulsção aórtica. O relatório da ELSO mostra que as quatro principais indicações de ECMO-VA [tempo médio de uso da ECMO (hora); sobrevida (%)] são: choque cardiogênico (144 horas; 42%), cardiomiopatia (162 horas; 51%), cardiopatia congênita (129 horas; 37%) e miocardite (188 horas; 65%) (CHAVES *et al.*, 2019).

#### 4.2 ECMO NA COVID-19

No contexto da pandemia pelo vírus SARS-CoV-2, observou-se aumento do uso de ECMO em casos de insuficiência respiratória e circulatória refratários a tratamentos convencionais (PEREIRA *et al.*, 2020). A OMS e os Centros de Controle e Prevenção de Doenças, ou CDC, por meio da publicação de diretrizes, indicam a possibilidade de tratamento com ECMO para pacientes em estado grave/crítico, com insuficiência respiratória e acometimento cardíaco, cujo tratamento convencional não está sendo promissor (OLIVEIRA *et al.*, 2021).

Quando administrar corretamente a ECMO na COVID-19 ainda é uma questão de debate no meio acadêmico científico. Alguns autores sugerem a implementação precoce antes da modificação ou lesão pulmonar grave associada à ventilação mecânica, pois porque

estudos sugerem ser benéfico, principalmente em pacientes mais jovens. Também deve-se verificar a escolha do melhor modo de ECMO e o posicionamento do cateterismo, o modo VV é o preferido, mas não se sabe na COVID-19 quantos têm ou desenvolverão miocardite ou insuficiência circulatória. É importante estar ciente com antecedência sobre os possíveis danos ou complicações do uso da ECMO em pacientes com COVID-19 e como prevenir essas complicações. (MA *et al.*, 2020). Até agora, nenhum medicamento foi confirmado como seguro e eficaz para pneumonia grave por COVID-19. As diretrizes provisórias da OMS incluíram recomendações para o tratamento da SDRA nesse cenário, incluindo o encaminhamento de pacientes com insuficiência respiratória refratária a centros especializados capazes de fornecer VV-ECMO (TANIGUCHI *et al.*, 2020).

A pneumonia grave por COVID-19 pode progredir para SDRA (CHEN *et al.*, 2020). A SDRA pode resultar em baixa complacência pulmonar e exigir configurações rígidas do ventilador, levando a lesão induzida pelo ventilador e pneumotórax (NAKATSUTSUMI *et al.*, 2020). Além disso, alguns relatos defendiam que o dano alveolar devido à pneumonia por COVID-19 poderia estar associado ao pneumotórax. As características patológicas de pacientes com pneumonia grave por COVID-19 mostraram dano alveolar difuso bilateral com exsudatos fibromixóides celulares, descamação de pneumócitos e edema pulmonar com formação de membrana hialina. Lesões císticas pulmonares podem se formar em resposta a exsudatos fibromixóides celulares, que formam uma válvula no brônquio (LIU *et al.*, 2020).

A eficácia da ECMO para pneumotórax já foi relatada. (ROZENCWAJG *et al.*, 2019). A ECMO pode ser uma opção para tratar pneumotórax, pois a ECMO permitiria o repouso dos pulmões, reduziria a inflamação pulmonar e evitaria a expansão excessiva dos pulmões (ROZENCWAJG *et al.*, 2019). Para o pneumotórax com infecção respiratória grave, como a pneumonia por COVID-19, que é altamente infecciosa e requer configurações ventilatórias pesadas, o início precoce da ECMO para proteção pulmonar pode ser um tratamento apropriado para evitar procedimentos cirúrgicos desnecessários e geração de aerossóis. Além disso, o efeito do repouso pulmonar após o início da ECMO pode contribuir para o tratamento da SDRA. Relatórios de 2020 sugeriram a possibilidade de tratamento com ECMO para SDRA que acompanha o COVID-19. Por outro lado, apesar de nenhuma evidência científica aparente, alguns especialistas insistem que o vazamento de plasma através da membrana deteriorada da ECMO pode ter infecciosidade; portanto, os profissionais médicos precisam gerenciar o circuito de ECMO com bastante cuidado (RAMANATHAN *et al.*, 2020).

Um estudo francês multicêntrico capturou a experiência inicial com pacientes gravemente enfermos com COVID-19 após a primeira onda da pandemia atingir a Europa Ocidental (SCHMIDT *et al.*, 2020). 17% dos 492 pacientes em terapia intensiva com SDRA relacionada à COVID-19 receberam ECMO e foram avaliados com uma probabilidade de mortalidade de 31% em 60 dias. Os pacientes eram semelhantes em muitos aspectos aos do estudo 'ECMO to Rescue Lung Injury in Severe ARDS' (EOLIA) (COMBES *et al.*, 2018), com uma relação entre pressão parcial média de oxigênio arterial para fração inspirada de oxigênio ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ) de 60 (Valor normal: 54-68) antes da ECMO. Eles também foram gerenciados de acordo com princípios baseados em evidências semelhantes para os cortes EOLIA e 94% receberam posicionamento prono antes da ECMO. Sangramentos e eventos trombóticos foram comuns, com 42% dos pacientes apresentando um episódio de sangramento maior e 19% apresentando embolia pulmonar durante a ECMO. Em comparação, nenhum paciente do estudo EOLIA apresentou embolia pulmonar durante a ECMO. Esse aparente aumento no risco de tromboembolismo com risco de vida também foi documentado em pacientes gravemente enfermos com COVID-19 que não receberam ECMO (HELMS *et al.*, 2020). Infecções nasocomiais também foram observadas com frequência. 87% dos pacientes desenvolveram pneumonia associada à ventilação mecânica e 48% tiveram bacteremia. Este relatório forneceu informações sobre o uso de ECMO para COVID-19 em centros experientes, incluindo os participantes do estudo EOLIA, e apresentou protocolos consistentes e procedimentos padronizados de gerenciamento de SDRA antes da pandemia (MACLAREN *et al.*, 2020).

O maior relatório até 2020 do registro *Extracorporeal Life Support Organization* (ELSO) incluiu pacientes de 213 centros em 36 países (BARBARO *et al.*, 2020). Dados de 1.035 pacientes com COVID-19 apoiados com ECMO mostraram uma incidência cumulativa estimada de mortalidade hospitalar 90 dias após o início da ECMO de 37%. Daqueles que tiveram disposição final de óbito ou alta hospitalar, 39% faleceram. Este relatório detalhou pacientes com COVID-19 suportados com ECMO, independentemente da indicação clínica, não apenas aqueles com SDRA. Um risco maior de mortalidade também foi observado em pessoas com mais de 70 anos.  $\text{PaO}_{2\text{mediana}}$  a relação  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  antes da canulação foi de 72 (Valor normal: 59–94) e 60% tentaram a posição prono antes do início da ECMO. Não houve diferenças significativas nas taxas de coágulo ou mau funcionamento do circuito em comparação com os dados do centro de 2019 do registro, uma vez normalizados para os tempos médios mais longos de ECMO nos pacientes com COVID-19 (MACLAREN *et al.*, 2020).



Alguns relatórios destacaram o uso de estratégias de gerenciamento relativamente novas, consistindo em elementos de tratamento combinados, cada um dos quais aplicado em pacientes antes da pandemia, mas que agora estavam sendo testados de forma mais sistemática em pacientes com COVID-19. Por exemplo, no estudo multicêntrico francês citado anteriormente (SCHMIDT *et al.*, 2020), 81% dos pacientes foram amamentados na posição prona durante a ECMO. Não se sabe se essa prática leva a melhores resultados, mas há evidências preliminares que sugerem que ela pode estar associada a menor mortalidade (GIANI *et al.*, 2020; GUERVILLY *et al.*, 2019). Um relatório americano descreveu 40 pacientes com COVID-19 que atenderam aos critérios de entrada EOLIA, dos quais 73% receberam posicionamento prono antes do início da ECMO. Todos esses pacientes foram canulados para ECMO usando uma cânula específica de duplo lúmen (cânula *Protek-Duo TandemHeart, CardiacAssist Inc, Pittsburgh, PA*) inserida na artéria pulmonar sob orientação ecocardiográfica, fornecendo ECMO venovenosa com suporte circulatório mecânico do ventrículo direito por drenagem do átrio direito sangue e retornando sangue oxigenado diretamente para a artéria pulmonar (MUSTAFA *et al.*, 2020). Os pacientes puderam ser desmamados da ventilação mecânica invasiva durante a ECMO em média 13 dias após o início da ECMO e, em seguida, a fisioterapia foi fornecida. Seis (15%) pacientes haviam falecido e 29 (73%) receberam alta no momento da notificação (MACLAREN *et al.*, 2020).

Apesar desse sinal inicial encorajador de que a maioria dos pacientes selecionados com COVID-19 grave o suficiente para exigir ECMO sobrevive, muitas incertezas permanecem. Embora o tropismo para insuficiência respiratória grave seja evidente, o vírus pode causar doenças em outros sistemas orgânicos, cujos efeitos a longo prazo são desconhecidos (MARINI *et al.*, 2020). Em algumas outras populações de pacientes com ECMO, existe um risco pequeno, mas demonstrável de mortalidade tardia superior a 90 dias após o início da ECMO, bem como riscos de debilidade física e psicológica. Mais estudos serão necessários para determinar a proporção de pacientes que sofrem dessas complicações tardias após a ECMO no cenário de COVID-19 e o que pode ser feito para mitigá-las (MACLAREN *et al.*, 2020).

#### 4.3 COMPLICAÇÕES DA UTILIZAÇÃO DA ECMO NA COVID-19

As complicações são comuns ao tratar pacientes em ECMO. As principais complicações reportadas durante a ECMO são falhas na membrana de oxigenação, ruptura do

circuito, coagulação do sistema, hemorragia intracraniana, lesão renal aguda (LRA) e infecções (CHAVES *et al.*, 2019).

Apesar das vantagens da ECMO sobre outros tipos de dispositivos ventriculares, como suporte biventricular e rápida instalação via percutânea, o tratamento acarreta alta morbimortalidade intra-hospitalar devido ao tempo de internação e complicações associadas à terapêutica. O índice de mortalidade pode atingir 59% e 44% dos pacientes em suportes cardiovascular e respiratório, respectivamente (HUESCH MD, 2018). À medida que o paciente se mantém em ECMO, as complicações secundárias ao tratamento podem estar relacionadas ao quadro clínico do paciente, à anticoagulação ou ao dispositivo (NAKASATO *et al.*, 2019).

Com relação ao quadro clínico do paciente, as complicações mais prevalentes são as renais (38-75%), hemorrágicas (13-39%) infecciosas (11-33%), neurológicas (5,9-21%) e vasculares (3,9-12%) (KHORSANDI M. *et al.*, 2017; PAVASINI R. *et al.*, 2017; VAQUER S. *et al.*, 2017).

As complicações hemorrágicas relacionadas à anticoagulação estão associadas à hemodiluição do paciente e ao consumo de fatores de coagulação, bem como à trombocitopenia induzida pela heparina. Determinar o nível ideal de anticoagulação ainda é um desafio para muitos centros de ECMO, devido ao risco de sangramento excessivo ou ao risco de trombocitopenia (ESPER SA. *et al.*, 2017).

Com relação às complicações relacionadas ao dispositivo, que ocorrem em até 11% dos pacientes (VAQUER S. *et al.*, 2017), destacam-se as falhas mecânicas, tais como: ruptura ou desconexão da tubulação, falha na membrana oxigenadora ou na bomba, troca do circuito ou da membrana e entrada de ar no sistema, o que causa embolia gasosa (ESPER SA. *et al.*, 2017; NAKASATO *et al.*, 2018).

No contexto da COVID 19, a ECMO não fornece suporte direto no tratamento de choque séptico, coagulopatia ou comorbidades, e além da mortalidade, seu uso está associado a maior permanência na UTI e hospitalização, menor rotatividade de leitos e maiores despesas médicas (MA *et al.*, 2020).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de ECMO, em pacientes com insuficiência respiratória grave, pode aumentar as chances de cura e reduzir a mortalidade comparado à terapêutica padrão. O resultado dessa terapia depende de indicações precisas e análise detalhada da situação de cada paciente para garantir uma melhor sobrevida, como o momento precoce de suporte com ECMO, os fatores de risco dos pacientes, o reconhecimento e o tratamento da causa da deterioração da oxigenação e mortalidade.

Há que se considerar que, durante uma pandemia, com aumento emergente dos recursos, muitas vezes acima de sua disponibilidade, os pacientes precisam ser cuidadosamente triados e avaliados sobre a possibilidade de serem recuperados com ECMO, uma vez que a terapêutica de alta complexidade consome uma quantidade significativa de recursos.

Observou-se neste trabalho que com a utilização da ECMO, os pacientes conseguem ter uma sobrevida maior se utilizado com antecedência e se o paciente for colocado sobre posicionamento prono antes do início da ECMO; a mortalidade desses casos diminuiu em 80% se seguido todos os critérios descritos neste trabalho.

Portanto, fica clara a necessidade de estudos complementares futuros que permitam uma melhor avaliação do quadro clínico prévio do paciente, visto que isso pode interferir na resposta à terapia ECMO. Além disso, faz-se necessária a compreensão do momento ideal para a intervenção da ECMO, já que essa terapia, se introduzida em um momento inadequado, pode causar danos e riscos à vida do paciente.

## REFERÊNCIAS

- ABRAMS, Darryl *et al.* *Position paper for the organization of ECMO programs for cardiac failure in adults.* **Intensive Care Med**, Alemanha, v. 44, p. 717–729, 15 fev. 2018. DOI <https://doi.org/10.1007/s00134-018-5064-5>. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00134-018-5064-5.pdf>. Acesso em: 3 nov. 2022.
- BARBARO, Ryan *et al.* *Extracorporeal membrane oxygenation support in COVID-19: an international cohort study of the Extracorporeal Life Support Organization registry.* **Lancet**, Alemanha, v. 396, p. 1071–1078, 25 set. 2020. DOI [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32008-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32008-0). Disponível em: <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S0140-6736%2820%2932008-0>. Acesso em: 2 nov. 2022.
- BARROS, MARQUES *et al.* **ECMO – OXIGENAÇÃO POR MEMBRANA EXTRACORPÓREA COMO SUPORTE NO TRATAMENTO DE PACIENTES CRÍTICOS POR COVID-19: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.** Orientador: Prof.<sup>a</sup> Cristina Alves de Oliveira Ramos. 2021. 42 p. TCC (Graduação em Biomedicina) - Centro Universitário UNA Itabira, Minas Gerais, 2021. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/25728/1/ECMO%20-%20oxigenação%20por%20membrana%20extracorpórea%20como%20suporte%20no%20tratamento%20de%20pacientes%20críticos%20por%20Covid-19%20-%20uma%20revisão%20bibliográfica%20-%20Biomedicina-2021.pdf.pdf>. Acesso em: 3 nov. 2022.
- CHAVES, Renato *et al.* *Oxigenação por membrana extracorpórea: revisão da literatura: Extracorporeal membrane oxygenation: a literature review.* **Rev Bras Ter Intensiva**, São Paulo, v. 31, ed. 3, p. 410-424, 18 fev. 2019.
- CHEN, Nanshan *et al.* *Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study.* **Lancet**, Wuhan, v. 395, p. 507-513, 15 fev. 2020. DOI <https://doi.org/10.1016/>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7135076/pdf/main.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2022.
- COMBES, A. *et al.* *Extracorporeal Membrane Oxygenation for Severe Acute Respiratory Distress Syndrome.* **The new england journal of medicine**, Paris, França, v. 378, ed. 21, p. 1965-1975, 24 maio 2018. DOI 10.1056/NEJMoa1800385. Disponível em:

<https://www.nejm.org/doi/pdf/10.1056/NEJMoa1800385?articleTools=true>. Acesso em: 2 nov. 2022.

CORRÊA, Thiago *et al.* Oxigenação por membrana extracorpórea: revisão da literatura. *Extracorporeal membrane oxygenation: a literature review*. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 410-424, 18 nov. 2019.

ESPER SA. *Extracorporeal membrane oxygenation*. *Adv Anesth*. 2017; v. 35, n. 1, p. 119-43. doi: 10.1016/j.aan.2017.07.006

GIANI, Marco *et al.* *Prone Positioning during Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation in Acute Respiratory Distress Syndrome: A Multicenter Cohort Study and Propensity-matched Analysis*. **ORIGINAL RESEARCH**, Itália, v. 18, ed. 3, p. 495-501, 17 set. 2020. DOI <http://10.0.5.233/AnnalsATS.202006-625OC>. Disponível em: <https://www.atsjournals.org/doi/epdf/10.1513/AnnalsATS.202006-625OC?role=tab>. Acesso em: 2 nov. 2022.

GUERVILLY, Christophe *et al.* *Prone positioning and extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome: time for a randomized trial?*. **Intensive Care Med**, Alemanha, v. 45, p. 1040–1042, 5 mar. 2019. DOI <https://doi.org/10.1007/s00134-019-05570-9>. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00134-019-05570-9.pdf>. Acesso em: 2 nov. 2022.

HAN, Jason *et al.* *The Perfect ECMO Candidate*. **JOURNAL OF THE AMERICAN COLLEGE OF CARDIOLOGY**, Pensilvânia, Filadélfia, v. 71, n. 10, p. 1178-1182, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.02.001>. Acesso em: 22 nov. 2022.

HELMS, Julie *et al.* *High risk of thrombosis in patients with severe SARS-CoV-2 infection: a multicenter prospective cohort study*. **Intensive Care Med**, Alemanha, v. 46, p. 1089–1098, 4 maio 2020. DOI <https://doi.org/10.1007/s00134-020-06062-x>. Disponível em: [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7197634/pdf/134\\_2020\\_Article\\_6062.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7197634/pdf/134_2020_Article_6062.pdf). Acesso em: 2 nov. 2022.

HUESCH MD, Foy, Brehm C. *Survival outcomes following the use of extracorporeal membrane oxygenation as a rescue technology in critically ill patients: results from Pennsylvania 2007-2015*. *Crit Care Med*. 2018; v. 46, n. 1, p. 87-90. doi: 10.1097/CCM.0000000000002801

KHORSANDI M, Dougherty S, Bouamra O, *et al.* *Extra-corporeal membrane oxygenation for refractory cardiogenic shock after adult cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis*. *J Cardiothorac Surg*. 2017; v. 12, n. 1, p. 55. doi: 10.1186/s13019-017-0618-0.

KOWALEWSKI, Mariusz *et al.* *COVID-19 and ECMO: the interplay between coagulation and inflammation—a narrative review*. **Critical Care**, Holanda, p. 1-10, 2020.

LIU, Kefu *et al.* *COVID-19 with cystic features on computed tomography: A case report*. **Medicine**, China, v. 99, ed. 18, p. 507-513, 7 abr. 2020. DOI <http://dx.doi.org/10.1097/MD.00000000000020175>. Disponível em:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7440163/pdf/medi-99-e20175.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2022.

MA, Xiaochun *et al.* *Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO) in Critically Ill Patients with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pneumonia and Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS)*. *Medical Science Monitor*, China, v. 26, p. 1643-3750, 6 ago. 2020.

MACLAREN, Graeme *et al.* *What's new in ECMO for COVID-19?*. *Intensive Care Med*, Alemanha, v. 47, p. 107–109, 4 maio 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00134-020-06284-z>. Acesso em: 2 nov. 2022.

MARINI, John *et al.* *Integrating the evidence: confronting the COVID-19 elephant*. *Intensive Care Med*, Alemanha, v. 46, p. 1904–1907, 25 jul. 2020. DOI <https://doi.org/10.1007/s00134-020-06195-z>. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00134-020-06195-z.pdf>. Acesso em: 2 nov. 2022.

MÁSSIMO, Erika *et al.* *USO DE ECMO NO COVID 19: RELATO DE CASO DE ECMO VENOVENOSA EM PACIENTE ADULTO COM COVID 19. ECMO use in COVID 19: Case report of a venovenous ECMO in an adult patient with COVID 19*. *Revista de Enfermagem*, Belo Horizonte - MG, p. 2-3, 2 set. 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (Distrito Federal). Departamento de Gestão e Incorporação de Tecnologias e Inovação em Saúde – DGITIS/SCTIE/MS. *Oxigenação por membrana extracorpórea (ECMO) para tratamento de pacientes com COVID-19*. **Coronavírus COVID-19**, Brasília, p. 1-14, abr. 2020.

MUSTAFA, Asif *et al.* *Extracorporeal Membrane Oxygenation for Patients With COVID-19 in Severe Respiratory Failure*. *JAMA Network Home*, [s. l.], v. 155, ed. 10, p. 990-992, 11 ago. 2020. DOI 10.1001/jamasurg.2020.3950. Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jamasurgery/fullarticle/2769429>. Acesso em: 2 nov. 2022.

NAKASATO GR, Lopes, *et al.* *Complicações relacionadas à oxigenação por membrana extracorpórea*. *Rev Enferm UFPE*. 2018; v. 12, n. 6, p. 1727-37. doi: 10.5205/1981-8963-v12i6a231304p1727-1737-2018

NAKASATO, Gislaïne *et al.* *Preditores de complicações da oxigenação por membrana extracorpórea*. *Revista Brasileira de Enfermagem*, São Paulo, v. 73, ed. 2, p. 1-10, 30 abr. 2019. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167-2018-0666>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/reben/a/FVZL4R8gjzPQVZKknhgzbqr/?lang=pt#>. Acesso em: 2 nov. 2022.

NAKATSUTSUMI, Keita *et al.* *A successful case of extracorporeal membrane oxygenation treatment for intractable pneumothorax in a patient with COVID-19: Case Report*. *Acute Medicine & Surgery*, Japão, v. 7, p. 1-4, 6 nov. 2020. DOI 10.1002/ams2.612. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7725136/pdf/AMS2-7-e612.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2022.

OLIVEIRA (A), Tatiana *et al.* *Extracorporeal Membrane Oxygenation in COVID-19 Treatment: a Systematic Literature Review*. *Braz. J. Cardiovasc. Surg.*, Alagoas, v. 36, ed.

3, p. 388-396, 5 jun. 2021. DOI <https://doi.org/10.21470/1678-9741-2020-0397>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbccv/a/XxxZtnQddRRfM5JLXvFKdyP/?lang=en#>. Acesso em: 10 nov. 2022.

OLIVEIRA (B), Thainá *et al.* **O Impacto do equipamento de Oxigenação por Membrana Extracorpórea (ECMO) nos casos graves de COVID-19**. Orientador: Dra. Joana D’Arc Féliz de Sousa. 2021. 25 p. TCC (Técnico em Biotecnologia) - Etec Prof. Carmelino Corrêa Júnior, Franca, 2021. Disponível em: <http://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/10032/1/TCC-8-%20Thainá%20LIVEIRA.pdf>. Acesso em: 3 nov. 2022.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (Brasil). Organização Pan-Americana da Saúde. **Excesso de mortalidade associado à pandemia de COVID-19 foi de 14,9 milhões em 2020 e 2021**. Brasil: Grupo Técnico Consultivo para Avaliação de Mortalidade por COVID-19, 5 maio 2022. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/5-5-2022-excesso-mortalidade-associado-pandemia-covid-19-foi-149-milhoes-em-2020-e-2021>. Acesso em: 10 nov. 2022.

PAVASINI R, Cirillo, *et al.* *Extracorporeal circulatory support in acute coronary syndromes: a systematic review and meta-analysis*. *Crit Care Med*. 2017; v. 45, n. 11, p. 1173-1183. doi: 10.1097/CCM.0000000000002692

PEREIRA, Altino *et al.* Avaliação do impacto da oxigenação por membrana extracorpórea (ECMO) na COVID-19: uma revisão sistemática. *Brazilian Journal of Health Review*, Curitiba, v. 3, n. 5, p. 14227-14237, 8 out. 2020.

RAMANATHAN, Kollengode *et al.* *Planning and provision of ECMO services for severe ARDS during the COVID-19 pandemic and other outbreaks of emerging infectious diseases*. *Health-care Development*, USA, v. 8, p. 518–526, 20 mar. 2020.

RIBEIRO, Tiago. SUPORTE RESPIRATÓRIO NA COVID-19: QUAL O PAPEL DA ECMO? Brasil: *Jornal Brasileiro de Cirurgia Cardiovascular*, 3 abr. 2020. Disponível em: <https://blog.bjcv.org/single-post/2020/04/03/suporte-respiratorio-na-COVID-19-qual-o-papel-da-ecmo/>. Acesso em: 14 jun. 2022.

ROZENCWAJG, Sacha *et al.* *Ultra-Protective Ventilation Reduces Biotrauma in Patients on Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation for Severe Acute Respiratory Distress Syndrome*. *Critical Care Medicine*, França, v. 47, ed. 11, p. 1505-1512, 6 nov. 2019. DOI 10.1097/CCM.0000000000003894. Disponível em: [https://journals.lww.com/ccmjournal/Abstract/2019/11000/Ultra\\_Protective\\_Ventilation\\_Reduces\\_Biotrauma\\_in.5.aspx](https://journals.lww.com/ccmjournal/Abstract/2019/11000/Ultra_Protective_Ventilation_Reduces_Biotrauma_in.5.aspx). Acesso em: 11 nov. 2022.

SANTOS, Suelen *et al.* Cuidado ao paciente em ECMO (*Extracorporeal Membrane Oxygenation*): um desafio para a Enfermagem. Anais da 18ª Semana de Pesquisa da Universidade Tiradentes “A Prática Interdisciplinar Alimentando a Ciência”, out. 2017. Disponível em Acesso em 27 outubro 2021.

SAUERESSIG, Maurício *et al.* ECMO no paciente adulto com insuficiência respiratória. *Rev Pulmão RJ*, Porto Alegre, v. 30, ed. 1, p. 61-68, 2021. Disponível em:

<http://www.sopterj.com.br/wp-content/uploads/2021/12/revista-pulmao-rj-vol30-n1-2021-art-10.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2022.

SCHMIDT, Matthieu *et al.* *Extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome associated with COVID-19: a retrospective cohort study.* **Lancet Respir Med**, Paris, França, v. 8, p. 1121-1131, 13 ago. 2020. DOI [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30328-3](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30328-3). Disponível em: <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S2213-2600%2820%2930328-3>. Acesso em: 2 nov. 2022.

SHI, Shaobo *et al.* *Characteristics and clinical significance of myocardial injury in patients with severe coronavirus disease 2019.* **European Heart Journal**. Oxford, v. 41, n. 22, p. 2070-2079, jun. 2020. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez93.periodicos.capes.gov.br/eurheartj/article/41/22/2070/5835730>. Acesso em: 14 jun. 2022.

TANIGUCHI, Hayato *et al.* *Veno-venous extracorporeal membrane oxygenation for severe pneumonia: COVID-19 case in Japan.* **Acute Medicine & Surgery**, Yokohama, v. 7, p. 1-5, 2020. DOI 10.1002/ams2.509. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7161844/>. Acesso em: 11 nov. 2022.

UMAKANTHAN, Srikanth *et al.* *Origin, transmission, diagnosis and management of coronavirus disease 2019 (COVID-19).* **Postgrad Med J**, [S. l.], v. 96, p. 753-758, 8 jul. 2020.

VAQUER S, Haro, *et al.* *Systematic review and meta-analysis of complications and mortality of veno-venous extracorporeal membrane oxygenation for refractory acute respiratory distress syndrome.* **Ann Intensive Care**. 2017; v. 7, p. 51. doi: 10.1186/s13613-017-0275-4

WIEDEMANN, Dominik *et al.* *Recommendations for extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) in COVID-19 patients: Consensus paper of the Medical University of Vienna.* **Wien Klin Wochenschr**, Viena, v. 132, p. 671-676, 3 jul. 2020.

WILLIAMS, George. *et al.* *Acute Respiratory Distress Syndrome: Contemporary Management and Novel Approaches during COVID-19.* **Clinical Focus Review**, Texas, v. 134, n. 2, p. 1-13, 31 ago. 2020.

ZAMPER, Raffael; BAINBRIDGE, Daniel; NAGPAL, Dave; FUJII, Satoru. *Conduta em obstrução por coágulo em cânula de duplo lúmen bicaval após diagnóstico guiado por ETE: relato de caso.* **Revista Brasileira de Anestesiologia**, vol. 70, n. 1, p. 55 – 58, 2020. Disponível em Acesso em 27 outubro 2021.

ZHENG, Ying *et al.* *COVID-19 and the cardiovascular system.* **Nature Reviews**, China, v. 17, maio 2020. **Cardiology**, p. 1-2.