

Artigo



ECMO no paciente adulto com insuficiência respiratória
ECMO in adults with respiratory failure

*Maurício Guidi Saueressig,
Diego Corsetti Mondadori,
Raquel Christine Kruger Miranda,
Patricia Schwartz*

Resumo

A Oxigenação Extracorpórea por Membrana (ECMO) é um dispositivo que permite um suporte ventilatório e/ou hemodinâmico, desviando o sangue do paciente para um oxigenador por meio de uma bomba propulsora que adiciona oxigênio ao sangue e remove o dióxido de carbono. É crescente sua indicação como resgate em casos de insuficiência respiratória (SARA) refratária à terapia convencional e sem disfunção multiorgânica. Dessa forma, o objetivo desta revisão é apresentar conceitos teóricos e práticos sobre a utilização da ECMO no paciente pneumológico adulto.

Abstract

Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO) is a device that allows for ventilatory and/or hemodynamic support, diverting the patient's blood to an oxygenator through a pump, adding oxygen to the blood and removing carbon dioxide. The indication is increasing as a rescue in cases of respiratory failure (ARDS) refractory to conventional therapy and without multiorgan dysfunction. Thus, the objective of this review is to present theoretical and practical concepts about the use of ECMO in adult patients with ARDS.

Key words: ecmo, covid-19, transplante pulmonar, resseções pulmonares.

1. Introdução

A Oxigenação por Membrana Extracorpórea (ECMO) está sendo cada vez mais utilizada no tratamento de insuficiência respiratória refratária ao tratamento convencional, mas com potencial de recuperação. A ECMO respiratória propicia a oxigenação sanguínea e a remoção de dióxido de carbono, enquanto que permite uma ventilação mecânica protetora, tornando possível a recuperação da função pulmonar¹.

2. Conceitos e Circuito

O circuito de ECMO consiste em um dispositivo que drena com uma bomba centrífuga o sangue do paciente através de uma cânula venosa. As cânulas são preferencialmente aramadas, com o objetivo de manterem-se posicionadas e sem angulações durante todo período do suporte, permitindo mobilizações do paciente. As cânulas venosas são multiperfuradas na extremidade distal para facilitar a drenagem do sangue e para tentar evitar o colapso do vaso. Apresentam comprimento entre 50 e 70 cm e diâmetro de 19 a 29 Fr. Existem também cânulas venosas de duplo lúmen compostas por uma luz maior nas extremidades para a drenagem do sangue e outra menor para reinfusão, na posição central lateral da cânula, a fim de ejetar o sangue em direção à valva tricúspide. Para isso, seu posicionamento requer fluoroscopia ou ecocardiografia transesofágica. Esta cânula gera menos recirculação e permite mais mobilidade ao paciente, visto que é inserida através de uma única punção, na veia jugular interna.

Já as cânulas arteriais possuem somente um orifício distal, podendo ter algum orifício lateral para facilitar o posicionamento dentro do lúmen do vaso. Elas são menores que as venosas, com comprimento médio de 23 cm e entre 15 e 23 Fr. A correta escolha do diâmetro da cânula é crucial, visto que cânulas muito pequenas podem comprometer a drenagem, ou causar resistência^{2,3}.

A bomba aspira o sangue do paciente, gerando uma pressão negativa pré-bomba, e o impulsiona adiante, gerando uma pressão pós-bomba positiva. O console do circuito permite controlar o fluxo de sangue desejado, através do ajuste nas rotações.

A membrana do oxigenador é formada por uma malha oca de polimetilpenteno (PMP) permeável somente aos gases. Na luz interna da malha de PMP, passa apenas uma mistura gasosa rica de O₂ com ar comprimido medicinal. A concentração de O₂ (FiO₂) nesta mistura é controlada através do Blender, e o fluxo dos gases (L/min) é ajustado pelo fluxômetro também conhecido como *sweep* de gases. O sangue drenado do paciente, pobre em O₂ e rico em CO₂, é impulsionado através da malha, entrando em contato com a sua superfície externa. Neste momento, as diferenças de concentração dos gases promovem a remoção por difusão de CO₂ e a adição de O₂ do

sangue. A membrana é altamente eficaz na remoção de CO₂ do sangue, o que depende principalmente do fluxo de gases (*sweep*) e da concentração de CO₂ no sangue venoso. Um aumento no fluxo do *sweep* resulta na maior remoção de CO₂⁴. Já a adição do O₂ depende do fluxo sanguíneo (controlado pelo console), da capacidade total de transporte de O₂ do sangue, determinada principalmente pela concentração de hemoglobina, e da eficácia da difusão de oxigênio através da membrana respiratória. Esta é 16 a 20 vezes menor que a da difusão de CO₂. Um aumento do fluxo sanguíneo na ECMO costuma melhorar a oxigenação do sangue apesar da perda de eficiência determinada pela difusão^{5, 6}.

O circuito da ECMO é dividido em zona pré-membrana, com um sangue venoso, e zona pós-membrana, com um sangue arterializado. Nesta parte do circuito está acoplado um aquecedor, evitando assim a perda de calor do sangue para o ambiente. Finalmente, o sangue oxigenado e aquecido retorna ao paciente, através de uma cânula de reinfusão, também chamada de cânula arterial.

3. Modalidades

O local das cânulas de drenagem e de retorno, assim como as necessidades do paciente, determinam o tipo de suporte que a ECMO fornece. A configuração venovenosa (VV) é a modalidade de escolha no contexto de insuficiência respiratória com função cardíaca preservada. Já a configuração venoarterial (VA) é a modalidade indicada para ofertar suporte cardíaco com função pulmonar preservada ou não. Ainda existem as configurações combinadas, como a VVV, VVA ou VAV. As cânulas podem estar em vasos centrais, como átrio direito ou aorta, ou periféricos, como veia/artéria femoral, carótidas e/ou jugular⁷.

3.1. ECMO Venno-Arterial (ECMO VA)

Nesta configuração, a cânula de drenagem está em uma veia e a cânula de retorno em uma artéria. Esse tipo de modalidade fornece suporte hemodinâmico e respiratório. Tem pouca utilização em pacientes pneumológicos e não será abordado neste artigo.

3.2. ECMO Venno-Venoso (ECMO VV)

Quando ambas as cânulas estão localizadas em veias, o circuito é denominado veno-venoso, oferecendo somente suporte ventilatório ao paciente. Nesta modalidade, o circuito está em série com os pulmões do paciente, o que permite o uso de uma ventilação protetora que evita lesões pulmonares, associadas às técnicas convencionais de ventilação mecânica. O sangue oxigenado retorna ao sistema venoso do paciente, mistura-se com o sangue sistêmico mal oxigenado que não fora desviado para o circuito da ECMO e é impulsionado aos pulmões do paciente. Desta forma, o sangue é oxigenado tanto pelo

circuito da ECMO quanto pelos pulmões. Sendo assim, a função residual dos pulmões pode contribuir para a oxigenação sistêmica. A oxigenação sistêmica na ECMO VV depende do débito cardíaco, da função residual dos pulmões nativos e do fluxo sanguíneo da ECMO, ao passo que a eliminação do CO₂ arterial depende principalmente do fluxo do gás da ECMO, do débito cardíaco, da produção de CO₂ e da função residual dos pulmões nativos⁶. Idealmente, apenas sangue venoso sistêmico desoxigenado entra na cânula de drenagem da ECMO. No entanto, dependendo das posições das cânulas, uma proporção variável de sangue oxigenado da cânula de retorno entra na cânula de drenagem, caracterizando o que é chamado de recirculação. Neste caso, a saturação de oxigênio pré-membrana é elevada e as cores das linhas de drenagem e retorno tornam-se semelhantemente claras. A recirculação reduz a oferta de sangue oxigenado para os pulmões, e consequentemente para a circulação sistêmica, podendo causar uma diminuição na saturação do sangue arterial na gasometria coletada do paciente⁸.

O fluxo sanguíneo através do circuito da ECMO VV deve ser mantido em mais de 60% do débito cardíaco: se o fluxo estiver abaixo desta taxa, a proporção de sangue oxigenado no átrio direito proveniente da ECMO será menor que o sangue desoxigenado da circulação sistêmica, resultando em uma oxigenação inadequada dos tecidos periféricos⁹.

3.3. Outras modalidades

Uma alternativa para melhorar a drenagem venosa é inserir uma cânula venosa adicional, numa modalidade veno-veno-venosa (VVV) ou veno-veno-arterial (VVA). As duas linhas de drenagem unem-se como um Y, seguindo o sangue para a bomba propulsora e o restante do circuito.

A configuração veno-arterial-venosa (VAV) tem indicação principal na Síndrome de Arlequin. Esta complicação pode ocorrer, por exemplo, em um paciente com choque cardiogênico que recebe ECMO VA com canulação de veia e artéria femoral. Nesta modalidade, o sangue retorna contrafluxo em direção à aorta pela artéria femoral. Se ocorrer melhora do débito cardíaco, haverá encontro do fluxo originado do ventrículo esquerdo e do fluxo da ECMO em algum ponto abaixo do arco aórtico. Se o paciente desenvolve SARA, a metade superior do corpo será perfundida com sangue desoxigenado, enquanto que a metade inferior receberá sangue oxigenado. Para evitar esse problema, instala-se uma cânula de retorno adicional, geralmente na veia jugular interna, transformando em ECMO VAV.

4. Funcionamento e manutenção

O circuito da ECMO deve ser preenchido com um perfusato ou *priming*, isto é, soluções cristaloides em adultos ou com adição de hemoderivados em crianças, e aquecido a 36°C. Em casos pontuais, pode-se optar por

uma hipotermia terapêutica.

A técnica percutânea de inserção é preferível quando a canulação é periférica; já a técnica aberta pode ser indicada em alguns casos de canulações arteriais, em obesos, ou em pacientes com doença vascular periférica. O paciente rotineiramente recebe um *bolus* inicial de heparina 50-100 UI/Kg após passagem da guia metálica para as cânulas ou após exposição cirúrgica do vaso.

Após a canulação e a instalação do circuito de ECMO, o fluxo sanguíneo é iniciado lentamente, aumentando de forma progressiva até o fluxo máximo do circuito. Na modalidade VV, após o ajuste para ventilação protetora, recomenda-se reduzir ao menor fluxo que mantenha o suporte, respeitando o limite mínimo de 60% do fluxo máximo calculado. O fluxo de gás com FiO₂ de 100% é ajustado para a razão de 1:1 com o fluxo sanguíneo. Em casos com insuficiência respiratória hipercápnica, é importante evitar correções excessivamente rápidas do PCO₂ ao iniciar a ECMO; neste caso, recomenda-se iniciar o fluxo de gás metade do fluxo sanguíneo. Caso isso não seja feito, pode haver alcalemia e um desvio para a direita da curva de dissociação da oxiemoglobina, além de vasoconstrição cerebral. Em qualquer paciente, ajustes subsequentes dos parâmetros da ECMO devem ser baseados na gasometria arterial⁶. Existem equipamentos que permitem o monitoramento contínuo dos gases sanguíneos, porém seu custo é elevado.

Apesar da maioria dos circuitos de ECMO serem revestidos por moléculas anticoagulantes semelhantes à heparina, é recomendado que o paciente em ECMO mantenha-se com anticoagulação parcial com uma infusão contínua de heparina enquanto estiver fazendo uso do suporte. Isto evita a formação de coágulos no circuito e previne a trombose vascular nos locais de inserção das cânulas. Desta maneira, evita a disfunção da membrana oxigenadora, hemólise, síndrome pós-flebite, isquemia arterial e embolia pulmonar. Entre 10% e 33% dos pacientes em ECMO experimentam eventos trombóticos ou hemorrágicos. A monitorização da anticoagulação poderá ser realizada através do Teste de Coagulação Ativado (TCA) ou Tempo de tromboplastina parcial ativada (TTPa ou KTTp). A pausa temporária da anticoagulação pode ser justificada pela presença de sangramento clinicamente importante e pós-operatório imediato. Nestes casos, fluxos sanguíneos elevados na ECMO ajudam a evitar a formação de coágulos e trombose do circuito¹⁰.

Os pacientes com ECMO geralmente são mantidos sedados. No entanto, algumas instituições, como o Hospital de Clínicas de Porto Alegre, mantêm acordado e extubado o paciente com SARA, em ECMO, assim que possível. A mobilização precoce destes pacientes, muitas vezes ainda em ECMO, também é recomendada^{11, 12}.

Enquanto o paciente estiver em ECMO, uma equipe multiprofissional composta por médicos, enfermeiros,

perfusionistas, fisioterapeutas, nutricionistas, farmacêuticos, entre outros presta os cuidados necessários. É imprescindível que esses profissionais participem de capacitações teóricas e práticas periodicamente.

O tempo em que o paciente permanece em ECMO é muito variável e a decanulação dependerá de uma melhora consistente dos parâmetros ventilatórios, como complacência, gasométricos e radiológicos. A melhora destes parâmetros resultará na diminuição gradual do fluxo sanguíneo da ECMO até ao redor de 2 L/min. A partir deste momento, suspende-se o fluxo de gases para a membrana e observa-se o paciente por 8-12h; retira-se o circuito de ECMO se a gasometria arterial após esse período comprove uma recuperação da função pulmonar.

5. Indicações

O suporte respiratório com ECMO é muitas vezes indicado após tentativas fracassadas de terapias de resgate, tais como posição prona, manobras de recrutamento alveolar e uso de óxido nítrico. Ela é potencialmente útil em pacientes com hipoxemia ou hipercapnia grave que resulta em baixo pH (geralmente <7,20), mesmo com a ventilação mecânica protetora do pulmão. A ECMO deve ser usada em pacientes com etiologias conhecidas e reversíveis. Pacientes cuja insuficiência respiratória é devida à progressão de doenças pulmonares crônicas, como DPOC ou doença pulmonar intersticial, raramente devem ser submetidos à ECMO, pois o potencial para o desmame bem-sucedido é extremamente baixo nesses cenários clínicos.

Não existem por consenso contra-indicações absolutas a ECMO, já que o risco benefício deve ser individualizado para cada paciente. As contra-indicações relativas da ECMO seriam:

- a) >1 Kg / cm ou IMC >45 Kg/m² ou peso superior a 120 Kg pode ser associado a grande dificuldade de canulação e a impossibilidade de alcançar fluxo de sangue adequado
- b) Ventilação mecânica com parâmetros elevados (FiO₂ >90%; Pplat > 30 cm H₂O) por >6 dias
- d) História de trombocitopenia induzida por heparina
- e) Neoplasia maligna não controlada
- f) Moribundo
- g) idade >70 anos
- h) Doença neurológica irreversível, ou hemorragia do SNC recente, ou em expansão, ou outra contra-indicação para anticoagulação
- i) Comorbidade grave com expectativa de vida inferior a 12 meses (ex. cirrose com ascite, encefalopatia ou história de sangramento por varizes esofágicas, SIDA, hipertensão pulmonar).
- j) Acesso jugular ou femoral impossível
- l) Imunossupressão farmacológica importante (contagem absoluta de neutrófilos <400/ml³).
- m) SOFA (*sepsis-related organ failure assessment score*) >15

A ECMO pode fornecer suporte de diversas maneiras. As indicações mais comuns são na SARA grave refratária, suporte ao transplante pulmonar, exacerbação aguda de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e asma, falência de ventrículo direito, tromboembolismo pulmonar e descompensação de hipertensão pulmonar (HAP)¹³.

5.1. ECMO Respiratória na Insuficiência Respiratória Aguda

É estimado que 2 milhões de pessoas com falência respiratória sejam hospitalizadas anualmente nos EUA com custo excedente de USD\$ 50 bilhões. Aproximadamente metade necessita de ventilação mecânica invasiva e a mortalidade intra-hospitalar excede 20%¹³. Segundo Consenso de Berlim, SARA é definida como uma injúria hipoxêmica aguda associada a infiltrado pulmonar bilateral à radiografia de tórax, sem evidência de insuficiência cardíaca associada. Pode ser categorizada como leve (PaO₂ / FiO₂ entre 200 e 300 mmHg), moderada (PaO₂ / FiO₂ entre 100 e 200 mmHg) e grave (PaO₂ / FiO₂ <100 mmHg)¹⁴. É associada à alta mortalidade apesar das estratégias ventilatórias e, em alguns casos, o uso da ECMO pode ser necessário como resgate.

A utilização da ECMO foi impulsionada pela publicação do CESAR Trial, em 2009¹⁵. Nesse estudo, foram randomizados 180 pacientes com falência respiratória severa e divididos em 2 grupos: um grupo seria referido a um centro de referência em ECMO no Reino Unido e outro grupo manteria a terapia convencional. O grupo referido ao centro de referência apresentou sobrevida significativamente maior e recuperação em 6 meses (63% x 47%). Também, o ano de 2009 foi marcado, do ponto de vista epidemiológico, pela epidemia do vírus Influenza A (H1N1) com a síndrome respiratória atingindo níveis pandêmicos e letalidades relatadas de até 23%¹⁶. A principal causa de morte, nesses casos, é atribuída à insuficiência respiratória refratária à ventilação mecânica habitual. No passado, o maior objetivo da ECMO para a insuficiência respiratória era manter a oxigenação adequada. Acreditava-se que a hipóxia tecidual seria a maior causa de morte em pacientes com hipóxia severa. Dessa forma, melhorar a oxigenação, aumentaria a sobrevida. Todavia, percebeu-se que a lesão iatrogênica devido ao suporte respiratório (Lesão Pulmonar Induzida por Ventilador Mecânico) contribuía sobremaneira com os piores desfechos¹³. Assim, o objetivo do suporte com ECMO respiratório é melhorar a hipoxemia e a hiper-capnia permitindo ventilação mecânica protetora evitando maior injúria pulmonar associada à ventilação¹⁷. O benefício da ECMO em pacientes com H1N1 que desenvolveram SARA grave foi demonstrado em estudo realizado na Austrália e Nova Zelândia. Entre 61 pacientes que receberam ECMO para o tratamento do H1N1, 78% sobreviveram¹⁸. Tam-

bém houve evidência que aqueles que fizeram uso de ECMO antes de completar 7 dias em ventilação mecânica apresentaram melhor sobrevida e o tempo de ventilação mecânica antes da canulação foi preditor independente de mortalidade¹⁹. Em 2018, o EOLIA Trial²⁰ randomizou 249 pacientes com SARA severa que foram divididos entre receber suporte com ECMO VV precocemente (tão logo apresentasse critérios para tal) ou tratamento convencional com ventilação mecânica protetora (podendo ser ofertado ECMO como terapia de resgate, mais tardiamente). A ECMO precoce resultou em melhora da oxigenação, mais dias sem insuficiência renal e menos casos de acidente vascular cerebral isquêmico. O estudo suporta a conclusão de que pacientes com SARA grave que não respondem ao tratamento otimizado devem ser manejados com ECMO respiratório precocemente. São critérios para indicação de ECMO respiratório, relação $\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 < 50$ mmHg por mais de 3 horas; $\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 < 80$ mmHg por mais de 6 horas; pH arterial $< 7,25$ $\text{PaCO}_2 > 60$ mmHg por mais de 6 horas com frequência respiratória de 35 inspirações/min e Pressão de Platô < 32 cm H₂O com ventilação otimizada ($\text{FiO}_2 > 0,8$; volume corrente 6 ml/kg de peso corporal predito e PEEP > 10 cm H₂O)^{14, 20}.

Em dezembro de 2019, tivemos o início de nova pandemia causada pelo vírus Sars Cov – 2, responsável pela doença denominada Covid 19. A Organização Mundial de Saúde declarou a doença uma emergência de saúde pública. A doença causa uma síndrome respiratória não específica e uma resposta inflamatória generalizada. Aproximadamente 15 – 30% dos pacientes sintomáticos apresentaram SARA. No momento da redação desse manuscrito, ainda há muito pouca informação acerca do uso da ECMO em pacientes que desenvolveram SARA pelo SARS COV – 2. Dados chineses relatam uso de ECMO em 6 pacientes com Covid 19 com 5 (83%) óbitos^{21, 22}. Uma das razões sugeridas para tal desfecho estaria relacionado ao efeito do Covid sobre o sistema imunológico: a contagem de linfócitos e de IL-6 estão associadas à gravidade da doença, uma vez que pacientes que morreram teriam contagem linfocitária significativamente menor e elevados níveis de interleucina. Além disso, há evidências experimentais que o início da ECMO estaria associada ao aumento de IL-6 no pulmão e dano alveolar²³. Desta forma, haveria um pior desfecho relacionado à doença naqueles com linfopenia, aumento consistente de IL-6 em suporte com ECMO²⁴. Como a maioria dos pacientes infectados, nas séries de casos mais recentes, evoluíram ao óbito pelo choque séptico ou falência múltipla de órgãos, torna-se menos provável o benefício da ECMO²⁵. Ainda, como o cenário de contágio é ainda pouco previsível, a ECMO para terapia pode se tornar muito custosa e inviável a nível de saúde pública. Dessa forma, o uso da ECMO na Covid 19 é possível, mas ainda necessita de mais estudos para identificar os pacientes que podem se beneficiar²⁴.

5.2. ECMO no Transplante Pulmonar

A ECMO pode ser utilizado no pré, intra ou pós-operatório do transplante pulmonar. Estima-se que em cerca de 30 a 40 % dos transplantes pulmonares necessitem de suporte cardiorrespiratório. As condições que, mais frequentemente, exigem a utilização dessa terapia são a presença de hipertensão arterial pulmonar no paciente receptor, disfunção ventricular direita, ou em casos de intolerância à ventilação monopulmonar durante a cirurgia²⁶. No pré – operatório, historicamente, a ECMO é utilizada como suporte para pacientes com doenças pulmonares avançadas como ponte para realização do transplante²⁷. A assistência intraoperatória pode ser oferecida através de Circulação Extracorpórea (CEC) ou ECMO. Comparativamente à CEC, a ECMO mostrou inúmeros benefícios. A CEC, tradicionalmente é associada a uma marcada resposta inflamatória sistêmica e ativação da cascata de coagulação, necessidade de anticoagulação plena e aumento de risco de sangramento peri e pós – operatório, além de elevar risco de disfunção primária do enxerto (PGD)²⁸.

A ECMO VA, além de garantir maior segurança durante a manipulação cardíaca, diminui a injúria de reperfusão por permitir um melhor controle do fluxo sanguíneo após a abertura do clameamento da artéria pulmonar, impedindo que o primeiro enxerto implantado receba a totalidade do débito cardíaco durante o implante do segundo pulmão. Além disso, evita a necessidade de ventilação agressiva para manutenção dos parâmetros gasométricos e possibilita a manutenção do suporte no período pós-operatório²⁶. Em pacientes com HAP ou grande instabilidade hemodinâmica, é indispensável a manutenção do suporte com ECMO VA, no pós-operatório, pois há necessidade de redução do débito cardíaco para dar condições ao remodelamento do ventrículo direito que se encontra cronicamente hipertrófico. O uso de ECMO VV para tratamento da PGD severa está bem consolidado, aumentando a sobrevida e minimizando os efeitos deletérios da ventilação mecânica. Também há evidência de que a instalação de ECMO até 2 horas da identificação do diagnóstico de PGD grau 3 (grave), resulta em aumento da sobrevida; enquanto a sua instalação tardia está associada a uma mortalidade muito alta²⁹.

5.3. ECMO nas obstruções de via aérea e em Cirurgia Torácica

Além das funções já descritas, a ECMO vem ganhando cada vez mais espaço nas ressecções cirúrgicas complexas e na abordagem de lesão de via aérea central.

Os hospitais que tenham a capacidade de instalar ECMO rapidamente poderiam utilizar esta tecnologia para oxigenar pacientes durante desobstruções traqueais de emergência causadas por doenças tumorais e benignas. Hong *et al.*³⁰ descrevem a utilização de ECMO VV em 18

pacientes para manejo da via aérea. Dezesesseis procedimentos foram realizados em decorrência de lesões malignas e 3 de lesões benignas.

Em situações de ressecções pulmonares complexas com necessidade de suporte extracorpóreo, o ECMO apresenta vantagens, quando comparado ao CEC. A maior inflamação da CEC tem efeito potencializador de imunossupressão. Ainda há o risco de células tumorais serem aspiradas para o sistema de sucção e entrarem na corrente sanguínea, fato que não ocorre com a ECMO em virtude de ser um sistema fechado. Lang *et al.* descrevem a experiência no uso de ECMO para ressecção de tumores localmente avançados em 9 pacientes³¹.

A ECMO também pode ser útil no manejo de complicações da pneumonectomia. Reeb *et al.*¹⁴ relatam a utilização de ECMO no tratamento da SARA pós pneumonectomia. Oito pacientes utilizaram ECMO VV nessa condição. Foi demonstrado, nesse estudo, que a ECMO VV aplicada a SARA pós pneumonectomia diminuiu a mortalidade esperada de 80% para 50%. Nosso programa já realizou com sucesso o resgate com ECMO em dois pacientes pneumonectomizados, um deles já publicado³². Também há relatos do uso de ECMO em lesões traumáticas como rupturas de traqueia e contusão cardíaca e pulmonar associadas³³.

6. Experiência do Hospital de Clínicas de Porto Alegre

A utilização da ECMO no Brasil é relativamente recente. Somente no ano de 2017, através do Parecer 42/2017 do Conselho Federal de Medicina (CFM), a ECMO foi reconhecida no país como procedimento não experimental de alto risco e complexidade. Apesar disso, muitos centros já faziam o uso da tecnologia antes desta data. No ano de 2012, um grupo na cidade de São Paulo relatou a experiência do primeiro ano de uso da ECMO em um hospital terciário, com 80 % de decanulações do suporte da ECMO mas somente 40 % de altas hospitalares e sobrevida em 60 dias (34). Atualmente, o Brasil possui 9 cidades e 20 centros credenciados na *Extracorporeal Life Support Organization* (ELSO), com um centro de excelência nível prata em São Paulo³⁵.

O Hospital de Clínicas de Porto Alegre iniciou seu Programa de ECMO em abril de 2012. É formado por um grupo multidisciplinar com intensivistas, cirurgiões torácicos e cardíacos, cardiologistas, perfusionistas e enfermeiros. Desde 2013, o programa está credenciado à ELSO e oferece suporte para pacientes clínicos, cirúrgicos e de transplantes.

Até fevereiro de 2020, houve 42 casos de suporte respiratório com ECMO na nossa instituição, com idade média de $37 \pm 2,6$ anos e 52,4 % dos pacientes sendo do sexo masculino. A grande maioria desses pacientes recebeu suporte com ECMO VV (38 casos; 90,5%); 3 pacientes tiveram suporte com ECMO VA e 1 paciente com VAV.

Quanto à indicação, 52,4% foram colocados em ECMO por SARA com hipoxemia e/ou hipercapnia. Os demais receberam suporte relacionado à cirurgia de transplante pulmonar. Foram decanulados 34 pacientes (81%) e a sobrevida de todos esses casos é 57,5%, muito semelhante aos dados da literatura e à casuística dos centros ligados à ELSO.

Os pacientes com SARA que receberam suporte com ECMO apresentam mediana de idade em 29 anos e como etiologias da SARA pneumonias comunitárias (bacteriana ou viral), alveolite hemorrágica, injúria inalatória e trauma. O tempo médio de ventilação mecânica (VM) antes da ECMO foi de 3 dias. Quanto à gravidade da lesão pulmonar, esses doentes apresentavam uma relação $\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2$ de 82,4 (43-146) e *Lung Injury Score* (LIS) de 3,2 pontos. Enquanto em ECMO, eles receberam VM "ultra-protetora" com volume corrente médio de 3,2 mL por kg de peso predito e *driving pressure* média de 11 cmH_2O . Esses pacientes permaneceram em ECMO em média por 9 ± 3 dias e em VM por 13 ± 3 dias. A taxa de decanulação foi de 72,7% e de sobrevida 57,1%.

Entre os pacientes que receberam ECMO relacionado à cirurgia de transplante pulmonar, 14 pacientes foram colocados em ECMO de forma preemptiva imediatamente antes do procedimento, 5 pacientes foram colocados em ECMO por descompensação durante a cirurgia e 1 paciente recebeu ECMO como ponte para o transplante. Em relação aos pacientes em ECMO por SARA, esses tem idade um pouco mais elevada (mediana 47 anos) e menor tempo de ECMO (6 ± 1 dias) e VM (4 ± 1 dias). A taxa de decanulação foi de 90 % e a sobrevida 57,9%.

As complicações relacionadas ao suporte da ECMO na casuística local são semelhantes à literatura. A principal complicação foi sangramento (20%), sendo o sítio de canulação e o sítio cirúrgico as fontes mais frequentes. A suspensão temporária de anticoagulação foi suficiente para controle do sangramento na maioria dos casos. Houve 1 caso de isquemia cerebral e outro de sangramento em sistema nervoso central, ambos com evolução para morte encefálica.

Referências

1. Peek GJ, Moore HM, Moore N, Sosnowski AW, Firmin RK. Extracorporeal membrane oxygenation for adult respiratory failure. *Chest*. 1997;112(3):759-64.
2. Allen S, Holena D, McCunn M, Kohl B, Sarani B. A review of the fundamental principles and evidence base in the use of extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) in critically ill adult patients. *J Intensive Care Med*. 2011;26(1):13-26.
3. Squiers JJ, Lima B, DiMaio JM. Contemporary extracorporeal membrane oxygenation therapy in adults: Fundamental principles and systematic review of the evidence. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2016;152(1):20-32.
4. Kolobow T, Gattinoni L, Tomlinson T, White D, Pierce J, Iapichino G. The carbon dioxide membrane lung (CDML): a new concept. *Trans Am Soc Artif Intern Organs*. 1977;23:17-21.
5. Park M, Mendes PV, Costa EL, Barbosa EV, Hirota AS, Azevedo LC. Factors associated with blood oxygen partial pressure and carbon dioxide partial pressure regulation during respiratory extracorporeal membrane oxygenation support: data from a swine model. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2016;28(1):11-8.
6. Romano TG, Mendes PV, Park M, Costa ELV. Suporte respiratório extracorpóreo em pacientes adultos 2017; 43(1):[60-70 pp.].
7. Chaves RCDf, Rabello Filho R, Timenetsky KT, Moreira F, Tanzillo, Vilanova LCdS, et al. Extracorporeal membrane oxygenation: a literature review. *Rev Bras Ter Intensiva* [Internet]. 2019; 31(3):[410-24 pp.].
8. Sidebotham D, McGeorge A, McGuinness S, Edwards M, Willcox T, Beca J. Extracorporeal membrane oxygenation for treating severe cardiac and respiratory failure in adults: part 2-technical considerations. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2010;24(1):164-72.
9. Kozinn J, Wrisinger WC. ECMO for Adults with Severe Respiratory Failure. *Mo Med*. 2019;116(1):58-62.
10. Bembea MM, Annich G, Rycus P, Oldenburg G, Berkowitz I, Pronovost P. Variability in anticoagulation management of patients on extracorporeal membrane oxygenation: an international survey. *Pediatr Crit Care Med*. 2013;14(2):e77-84.
11. Abrams D, Javidfar J, Farrand E, Mongero LB, Agerstrand CL, Ryan P, et al. Early mobilization of patients receiving extracorporeal membrane oxygenation: a retrospective cohort study. *Crit Care*. 2014;18(1):R38.
12. Langer T, Santini A, Bottino N, Crotti S, Batchinsky AI, Pesenti A, et al. "Awake" extracorporeal membrane oxygenation (ECMO): pathophysiology, technical considerations, and clinical pioneering. *Crit Care*. 2016;20(1):150.
13. Brodie D, Slutsky AS, Combes A. Extracorporeal Life Support for Adults With Respiratory Failure and Related Indications: A Review. *JAMA*. 2019;322(6):557-68.
14. Reeb J, Olland A, Pottecher J, Delabranche X, Schaeffer M, Renaud S, et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation for Acute Respiratory Distress Syndrome After Pneumonectomy. *Ann Thorac Surg*. 2017;103(3):881-9.
15. Peek GJ, Mugford M, Tiruvoipati R, Wilson A, Allen E, Thalanany MM, et al. Efficacy and economic assessment of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR): a multicentre randomised controlled trial. *Lancet*. 2009;374(9698):1351-63.
16. Azevedo LCP, Park M, Costa ELV, Santos EV, Hirota A, Taniguchi LU, et al. Oxigenação extracorpórea por membrana na hipoxemia grave: hora de revermos nossos conceitos? 2012; 38(1):[7-12 pp.].
17. Mendes PV, Moura E, Barbosa EV, Hirota AS, Scordamaglio PR, Ajjar FM, et al. Challenges in patients supported with extracorporeal membrane oxygenation in Brazil. *Clinics (Sao Paulo)*. 2012;67(12):1511-5.
18. Davies A, Jones D, Bailey M, Beca J, Bellomo R, Blackwell N, et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation for 2009 Influenza A(H1N1) Acute Respiratory Distress Syndrome. *JAMA*. 2009;302(17):1888-95.
19. Combes A, Bréchet N, Luyt CE, Schmidt M. What is the niche for extracorporeal membrane oxygenation in severe acute respiratory distress syndrome? *Curr Opin Crit Care*. 2012;18(5):527-32.
20. Combes A, Hajage D, Capellier G, Demoule A, Lavoué S, Guervilly C, et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation for Severe Acute Respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med*. 2018;378(21):1965-75.
21. MacLaren G, Fisher D, Brodie D. Preparing for the Most Critically Ill Patients With COVID-19: The Potential Role of Extracorporeal Membrane Oxygenation. *JAMA*. 2020.
22. Ronco C, Navalesi P, Vincent JL. Coronavirus epidemic: preparing for extracorporeal organ support in intensive care. *Lancet Respir Med*. 2020;8(3):240-1.
23. Shi J, Chen Q, Yu W, Shen J, Gong J, He C, et al. Continuous renal replacement therapy reduces the systemic and pulmonary inflammation induced by venovenous extracorporeal membrane oxygenation in a porcine model. *Artif Organs*. 2014;38(3):215-23.
24. Henry BM. COVID-19, ECMO, and lymphopenia: a word of caution. *Lancet Respir Med*. 2020.
25. Onder G, Rezza G, Brusaferro S. Case-Fatality Rate and Characteristics of Patients Dying in Relation to COVID-19 in Italy. *JAMA*. 2020.
26. Hoetzenecker K, Schwarz S, Muckenhuber M, Benazzo A, Frommlet F, Schweiger T, et al. Intraoperative extracorporeal membrane oxygenation and the possibility of postoperative prolongation improve survival in bilateral lung transplantation. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2018;155(5):2193-206.e3.
27. Benazzo A, Schwarz S, Frommlet F, Schweiger T, Jaksch P, Schellongowski P, et al. Twenty-year experience with extracorporeal life support as bridge to lung transplantation. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2019;157(6):2515-25.e10.
28. Abrams D, Brodie D, Arcasoy SM. Extracorporeal Life Support in Lung Transplantation. *Clin Chest Med*. 2017;38(4):655-66.
29. Fessler J, Thes J, Pirracchio R, Godement M, Sage E, Roux A, et al. Prognostic value of the PaO₂/FIO₂ ratio determined at the end-surgery stage of a double-lung transplantation. *Clin Transplant*. 2019;33(5):e13484.
30. Hong Y, Jo KW, Lyu J, Huh JW, Hong SB, Jung SH, et al. Use of venovenous extracorporeal membrane oxygenation in central airway obstruction to facilitate interventions leading to definitive airway security. *J Crit Care*. 2013;28(5):669-74.
31. Lang G, Taghavi S, Aigner C, Charchian R, Matilla JR, Sano A, et al. Extracorporeal membrane oxygenation support for resection of locally advanced thoracic tumors. *Ann Thorac Surg*. 2011;92(1):264-70.
32. Saueressig MG, Schwarz P, Schlatter R, Moreschi AH, Wender OC, Macedo-Neto AV. Extracorporeal membrane oxygenation for postpneumonectomy ARDS. *J Bras Pneumol*. 2014;40(2):203-6.
33. Bassi E, Azevedo LC, Costa EL, Maciel AT, Vasconcelos E, Ferreira CB, et al. Hemodynamic and respiratory support using venoarterial extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) in a polytrauma patient. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2011;23(3):374-9.
34. Park M, Azevedo LC, Mendes PV, Carvalho CR, Amato MB, Schettino GP, et al. First-year experience of a Brazilian tertiary medical center in supporting severely ill patients using extracorporeal membrane oxygenation. *Clinics (Sao Paulo)*. 2012;67(10):1157-63.
35. Extracorporeal Life Support Organization h [https://www.elseo.org/Membership/ CenterDirectory.aspx?](https://www.elseo.org/Membership/CenterDirectory.aspx?) [