



OXIGENAÇÃO POR MEMBRANA EXTRACORPÓREA (ECMO) AOS PACIENTES PEDIÁTRICOS SOB CUIDADOS INTENSIVOS

Angelo Angelin Filho

Médico, pós-graduando em Medicina Intensiva

Associação de Medicina Intensiva Brasileira (AMIB), São Paulo-SP,

angeloangelinfilho@gmail.com

Resumo

Embora a Oxigenação por Membrana Extracorpórea (ECMO) proporcione muitos benefícios no tratamento de pacientes pediátricos sob cuidados intensivos em estado crítico, o fato de possuir muitos conectores e pontos de acesso no circuito não encontra-se isenta de riscos. Em vista disso, objetivou-se investigar as complicações que encontram-se suscetíveis os pacientes pediátricos em uso da ECMO na Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica e as respectivas intervenções para a recuperação do estado de saúde. Para tanto, realizou-se uma revisão narrativa da literatura nas bases de dados LILACS, MEDLINE e SCIELO, no período de 2018-2023. Com os resultados obtidos em pesquisa, evidencia-se um grande interesse na Medicina Intensiva em melhorar a abordagem do paciente pediátrico submetido à ECMO, em razão do risco de complicações, como, por exemplo, a presença e ou formação de coágulos, embolia gasosa e/ou falência do oxigenador quando da realização da técnica. Tais eventos associam-se às interações do sangue com as superfícies artificiais do circuito e as mudanças de padrão de fluxo sanguíneo, além de um maior número de eventos adversos relacionados ao tempo prolongado de tratamento, mas que podem ser prevenidos priorizando-se a monitorização em duas linhas de atuação: a monitorização da técnica contemplando os cuidados às cânulas, débito de oxigenador, rotações do oxigenador, pressões do oxigenador, temperatura do circuito, índice de coagulação, avaliação gasométrica no oxigenador; e monitorização do paciente por meio da avaliação de parâmetros vitais e glicemia capilar, do sistema neurológico, da diurese e perdas hemáticas, dos posicionamentos bem como dos parâmetros ventilatórios e gasométricos.

Palavras-chave: Paciente Pediátrico; Cuidados Intensivos; Oxigenação por Membrana Extracorpórea.

Abstract

Although Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO) provides many benefits in the treatment of critically ill pediatric intensive care patients, having many connectors and access points in the circuit is not without risks. In view of this, the objective was to investigate the complications that are susceptible to pediatric patients using ECMO in the Pediatric Intensive Care Unit and the respective interventions for the recovery of the state of health. To this end, a narrative review of the literature was carried out in the LILACS, MEDLINE and SCIELO

databases, in the period 2018-2023. With the results obtained in research, there is evidence of a great interest in Intensive Care Medicine in improving the approach to pediatric patients undergoing ECMO, due to the risk of complications, such as, for example, the presence and/or formation of clots, gas embolism and /or failure of the oxygenator when performing the technique. Such events are associated with the interactions of the blood with the artificial surfaces of the circuit and changes in the blood flow pattern, in addition to a greater number of adverse events related to the prolonged treatment time, but which can be prevented by prioritizing monitoring in two lines of action: monitoring the technique, including cannula care, oxygenator output, oxygenator rotations, oxygenator pressures, circuit temperature, coagulation index, gasometric evaluation in the oxygenator; and patient monitoring by assessing vital parameters and capillary blood glucose, the neurological system, diuresis and blood loss, positioning, as well as ventilatory and gasometric parameters.

Keywords: Pediatric Patient; Intensive care; Extracorporeal Membrane Oxygenation.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, muitos foram os avanços conquistados na assistência prestada em organizações hospitalares, tornando-as complexas e com a capacidade de atenderem diferentes problemas de saúde, uma vez que o desenvolvimento contínuo, tanto no campo científico quanto tecnológico, aprimorou os meios diagnósticos e recursos terapêuticos já existentes, como também criou outros novos, disponibilizando aos profissionais um arsenal muito mais amplo e eficiente que o existente no passado, o que vem beneficiando os pacientes pediátricos que necessitam de cuidados especializados e contínuos.

Quando submetidos aos cuidados intensivos, a maior parte dos pacientes pediátricos responde bem ao tratamento, contudo, uma parcela devido à insuficiência respiratória grave, insuficiência cardíaca ou ambas, evoluem desfavoravelmente exigindo a Oxigenação por Membrana Extracorpórea (ECMO), que consiste em uma bomba de sangue e oxigenador, para as trocas gasosas entre oxigênio e gás carbônico, drenagem, cânulas de retorno, fluxo, sensores de pressão, trocador de calor (para o resfriamento ou aquecimento) e pontos de acesso arterial e venoso para a coleta de sangue no circuito (LAVEZZO et al., 2022).

Constitui um procedimento no arsenal terapêutico, dos cuidados intensivos, que possibilita uma circulação extracorpórea parcial modificada com o potencial de promover apoio pulmonar e/ou cardíaco por um longo período, frequentemente de uma a quatro semanas (KATTAN et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2021). Embora a ECMO não tenha finalidade curativa, tem indicação quando os pacientes falham no tratamento ideal para o seu quadro clínico. Nesse sentido, sustenta a vida mantendo a hemodinâmica e as trocas gasosas adequadas enquanto dá-se prosseguimento ao tratamento visando a recuperação de órgãos ou como uma ponte para a substituição de órgãos. De natureza temporária,

auxilia os pacientes cujo estado de saúde é reversível ou candidatos ao transplante de órgãos. A duração do “temporário” varia amplamente, com pacientes sobrevivendo a ciclos por mais de um ano (GAJKOWSKI et al., 2022).

Embora a ECMO proporcione muitos benefícios no tratamento de pacientes pediátricos sob cuidados intensivos em estado crítico, o fato de possuir muitos conectores e pontos de acesso no circuito, eleva o risco de ocorrer estagnação do sangue e à formação de coágulos, bem como da ruptura ou desconexão acidental (FALLON; GADEPALLI; HIRSCHL, 2021).

Demonstrou-se que vários fatores podem contribuir para o sangramento e tromboembolismo em pacientes recebendo ECMO. A interface do sangue e componentes não biológicos do circuito provocam ativação do sistema de compressão e o consumo e degradação de fatores hemostáticos. A doença crítica de base aumenta os riscos de sangramento e tromboembolismo, viu-se também que a anticoagulação contínua durante a ECMO pode aumentar o risco de sangramento (ARAÚJO et al., 2021).

Portanto, como todo procedimento invasivo a ECMO não encontra-se isenta de complicações. Contudo, a ocorrência de eventos adversos pode ser prevenida com a atuação de uma equipe especializada (TORRES et al., 2021).

Considera-se o sistema ECMO altamente complexo que exige profissionais capacitados para realizar o procedimento e suprir as necessidades clínicas do paciente crítico sob cuidados intensivos. O médico intensivista, como membro da equipe multidisciplinar, deve possuir conhecimento aprofundado e domínio sobre este sistema quando em uso por pacientes neonatais, pediátricos ou adultos, devido ao elevado risco de complicações deste procedimento (MARATTA et al., 2020; FALLON; GADEPALLI; HIRSCHL, 2021).

Em vista disso, o presente estudo tem como objetivo investigar nos estudos publicados nos últimos cinco anos as complicações que encontram-se suscetíveis os pacientes pediátricos em uso da ECMO na Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica e as respectivas intervenções para a recuperação do estado de saúde.

A ECMO é um dos principais procedimentos de suporte de vida extracorpóreo utilizado nos dias atuais, principalmente em tempos de pandemia COVID-19. Na abordagem de pacientes críticos, sob cuidados intensivos, é a modalidade de escolha no contexto de insuficiência respiratória grave, insuficiência cardíaca ou ambas. Logo, o conhecimento sobre as possíveis complicações decorrentes desta técnica e as intervenções recomendadas para a promoção de uma assistência segura e de qualidade é de grande relevância aos médicos intensivistas, justificando, assim, a realização deste estudo, por trazer como proposta buscar as evidências nos estudos publicados sobre a prática dos cuidados críticos aos pacientes pediátricos que são submetidos à circulação extracorpórea.

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura realizada por meio de buscas de estudos indexados nas bases de dados Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e Literatura Internacional em Ciências da Saúde (MEDLINE) e no banco de dados Scientific Electronic Library Online (SCIELO), utilizando como descritores: Oxigenação por Membrana Extracorpórea e Unidades de Terapia Intensiva Pediátrica.

Nas buscas foram incluídos estudos originais e de revisão, publicados na íntegra no período de 2018 a 2023; redigidos nos idiomas português, espanhol e inglês; e contendo a presença de evidências sobre as complicações dos pacientes submetidos à ECMO na Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica. Foram excluídos estudos repetidos em mais de uma base de dados, selecionando-se em somente uma; publicados sob o formato de capítulo de livro, livro, editorial, resenha, anais de Congresso, comentário ou crítica.

DESENVOLVIMENTO

A ECMO, também denominada suporte de vida extracorpóreo (ECLS), constitui um procedimento invasivo que fornece troca gasosa de sustentação da vida e suporte hemodinâmico para pacientes com insuficiência pulmonar ou cardíaca aguda, reversível e refratária à terapêutica convencional. Pioneiramente utilizada na década de 70 na abordagem de neonatos, desde então a sua indicação expandiu-se significativamente para uso rotineiro em pacientes pediátricos e adultos (FALLON; GADEPALLI; HIRSCHL, 2021).

Devido a eficácia comprovada, o suporte de ECMO vem sendo prescrito a todos os pacientes com choque cardiogênico ou insuficiência respiratória aguda grave que demonstrem insuficiência persistente progressiva apesar das terapias e manobras convencionais otimizadas (LI; SCALES; KAVANAGH, 2018).

A insuficiência circulatória aguda é definida como perfusão tecidual inadequada apesar do volume intravascular adequado e tratamento médico máximo, com pressão arterial sistólica < 90 mmHg, pressão de oclusão pulmonar > 15-20 mmHg, pressão venosa central > 12 mmHg, índice cardíaco < 1,8-1,8-2,0 L/min/m² e baixa saturação venosa central de oxigênio mesmo após suporte inotrópico ou colocação de balão intra-aórtico. As indicações típicas para suporte de ECMO em pacientes cardíacos incluem choque cardiogênico, choque por pós-cardiotomia, suporte periprocedimento, pós-transplante cardíaco, ponte para o dispositivo de assistência ventricular esquerda, do inglês “Left Ventricular Assistants Devices” (LVAD), ponte para transplante cardíaco e ressuscitação cardiopulmonar extracorpórea (RATNANI et al., 2018).

O objetivo da colocação de ECMO no choque cardiogênico é apoiar o paciente como uma ponte para a recuperação, ponte para decisão ou ponte para cirurgia ou outro

dispositivo, estabilizando a circulação sistêmica até a recuperação do miocárdio. Em pacientes com insuficiência cardíaca em estágio terminal ou falha de recuperação, considera-se uma ponte para a terapia LVAD; também pode ser usada como ponte para cirurgia ou procedimento em pacientes com embolia pulmonar, como, por exemplo, até embolectomia de emergência. Outro uso é a ressuscitação cardiopulmonar extracorpórea para auxiliar na restauração da circulação durante a parada cardíaca. A ECMO venoarterial pode ser efetivamente usada como uma ponte de curto prazo para a terapia de transplante cardíaco em pacientes com insuficiência cardíaca crônica descompensada à beira do colapso circulatório e falência de órgãos multissistêmicos (HANNAWI et al., 2018).

A ECMO é normalmente usada para suporte respiratório nas seguintes situações: síndrome do desconforto respiratório agudo (pneumonia viral ou bacteriana, aspiração, proteinose alveolar aguda); assistência com repouso pulmonar, como, por exemplo, para lesão pulmonar traumática ou contusão pulmonar, inalação de fumaça; asma aguda grave (broncoespasmo persistente com $CO_2 > 80$); hemorragia pulmonar/hemorragia alveolar difusa; ponte para transplante pulmonar; disfunção primária do enxerto após transplante pulmonar; e pneumonectomia (RATNANI et al., 2018). Trata-se, portanto, de uma técnica de resgate indicada em casos extremos de Síndrome de Dificuldade Respiratória Aguda (SDRA) refratária às técnicas convencionais de ventilação, ou na prática de ECMO durante uma parada cardiorrespiratória (PCR), chamada de Reanimação Cardiopulmonar Extracorporal (EPCR), pois determinados estudos demonstram que a mesma comparativamente com a ressuscitação cardiopulmonar convencional, tem resultados mais eficazes (CHAICA; PONTÍFICE-SOUSA; MARQUES, 2020).

O circuito de oxigenação por membrana extracorpórea é composto por três componentes principais, incluindo uma bomba, oxigenador e trocador de calor. Assim, neste dispositivo mecânico o sangue venoso é removido do paciente por uma cânula de drenagem e bombeado (bomba de propulsão) para o oxigenador, como demonstrado na Figura 1. Na sequência, o oxigenador que contém a membrana de oxigenação, devolve o sangue ao paciente por meio de uma artéria (oxigenação por membrana extracorpórea venoarterial – ECMO-VA) ou uma veia (oxigenação por membrana extracorpórea venovenosa – ECMO-VV), misturando-se com o sangue desoxigenado do retorno venoso sistêmico (CHAVES et al., 2019).

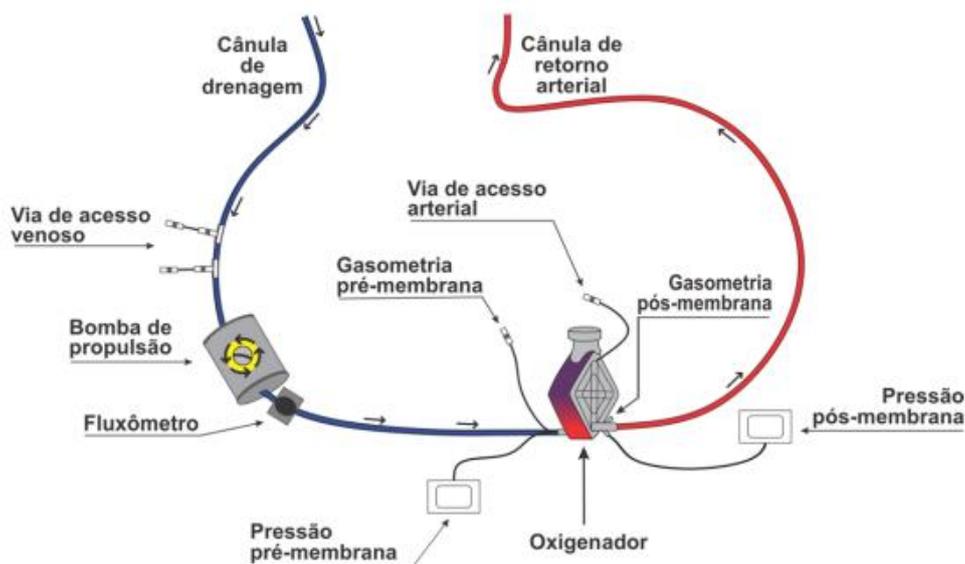


Figura 1 – Circuito padrão de oxigenação por membrana extracorpórea.

Fonte: Chaves et al. (2019, p. 411).

Observa-se na Figura 1 que a bomba de propulsão funciona com o objetivo de levar o sangue do paciente para a membrana oxigenadora, devido o fluxo gerado. Geralmente posiciona-se na linha da cânula de drenagem, entre o paciente e a membrana oxigenadora, sendo usadas duas modalidades: de rolete ou centrífuga. Já o oxigenador contém duas câmaras que possui como divisão uma membrana semipermeável, na qual o sangue do paciente flui por uma câmara enquanto uma mistura gasosa denominada fluxo de gás fresco flui pela outra (CHAVES et al., 2019). Assim, tem-se uma troca gasosa extracorpórea, à medida que o sangue flui através de membranas permeáveis a gases sendo exposto à mistura de gás fresco, proporcionando oxigenação da hemoglobina e remoção do dióxido de carbono (GARRO et al., 2021).

A Figura 2 mostra que o circuito da ECMO caracteriza-se como ECMO-VV ou como ECMO-VA. Em ambas as modalidades são necessárias uma via de acesso para drenagem e uma de acesso para retorno do sangue ao paciente. A diferença no funcionamento destas é que a primeira fornece suporte pulmonar e a segunda pulmonar e circulatório (GARRO et al., 2021)

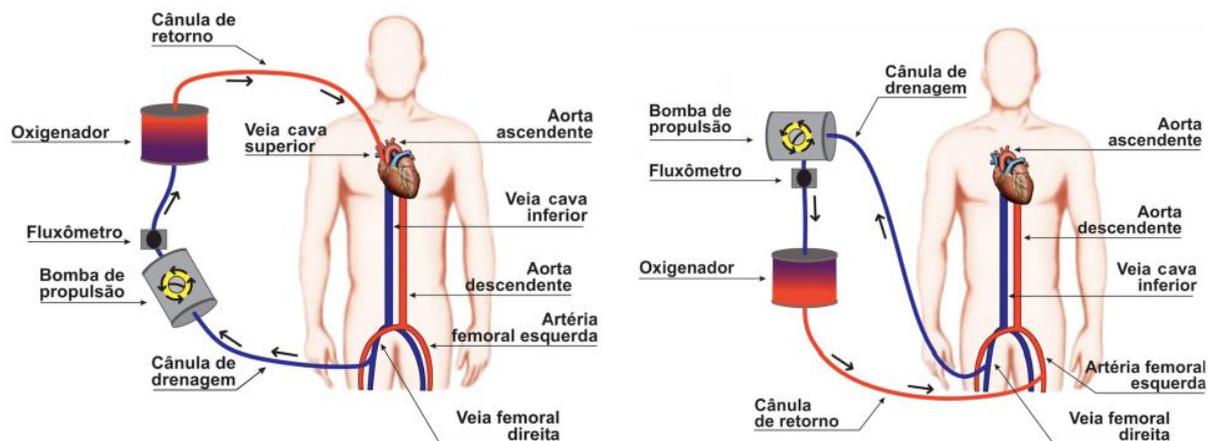


Figura 2 – Ilustração à esquerda do circuito da ECMO-VV e à direita circuito da ECMO-VA.

Fonte: Chaves et al. (2019, p. 412).

No circuito da ECMO-VV ocorre a drenagem do sangue advindo da veia cava inferior conduzido pela canulação da veia femoral direita. Na sequência, o sangue é submetido à bomba de propulsão e à membrana de oxigenação, retornando para o sistema venoso do paciente por meio da veia jugular interna direita. Já no circuito da ECMO-VA o sangue que vem da veia cava inferior é drenado por meio canulação da veia femoral direita, indo para a bomba de propulsão e a membrana de oxigenação, ocorrendo o seu retorno para o sistema arterial do paciente por meio da artéria femoral esquerda (CHAVES et al., 2019).

A ECMO resulta em uma saturação arterial sistêmica de 75% a 85%. À medida que a função pulmonar nativa melhora, a saturação arterial sistêmica aumenta. O sangue do circuito retorna para uma artéria ou uma veia. Os circuitos podem ter várias portas de acesso adicionadas conforme necessário. O benefício das portas de acesso ao circuito se refere à capacidade de administrar medicamentos, realizar terapia de substituição renal contínua através do circuito ECMO e oferecer recursos adicionais de monitoramento (GAJKOWSKI et al., 2022; LAVEZZO et al., 2022).

Assim sendo, os pacientes podem receber ECMO-VV por ser a modalidade de escolha no contexto de insuficiência respiratória com função cardíaca preservada; e ECMO-VA por ser a modalidade indicada para ofertar suporte cardíaco com função pulmonar preservada ou não (CHAVES et al., 2019). Além disso, a ECMO pode ser utilizada para oferecer níveis variados de suporte de acordo com as necessidades de cada caso (MARATTA et al., 2020).

Demonstrou-se que a ECMO previne lesão iatrogênica, uma vantagem de grande relevância, já que pacientes com insuficiência pulmonar geralmente sofrem lesão pulmonar considerável causada pela ventilação mecânica de alta pressão. Da mesma forma, o uso de

vasopressores, principalmente em altas doses, pode provocar lesão isquêmica no intestino grosso e delgado, rins e extremidades (FALLON; GADEPALLI; HIRSCHL, 2021).

A ECMO pode substituir a função de troca gasosa dos pulmões e promover a recuperação pulmonar em configurações mais baixas do ventilador, bem como fornecer suporte hemodinâmico a fim de permitir o desmame dos vasopressores e a restauração da perfusão adequada (VOORDE et al., 2021).

Indica-se a ECMO para pacientes pediátricos com insuficiência respiratória refratária ao manejo do ventilador. Uma métrica comumente utilizada para definir a insuficiência respiratória, também aplicável aos neonatos, é o índice de oxigenação (IO), por meio do cálculo $PAM \times FiO_2 \times 100 / PaO_2$ (pós-ductal), onde PAM consiste na pressão média das vias aéreas, FiO_2 constitui a fração inspirada de oxigênio e PaO_2 corresponde à pressão parcial arterial de oxigênio. Um OI de 25 associa-se a uma mortalidade de 50%, enquanto um OI de 40 encontra-se associado a uma mortalidade de 80%. Tradicionalmente, os neonatos eram candidatos a ECMO quando o OI atingia 40; porém, como a segurança do procedimento melhorou com as inovações introduzidas, hoje recomenda-se aos neonatos com OI acima de 25 e fortemente indicado para OI 40 ou mais. Enfatiza-se atenção especial aos pacientes que estão em modos diferentes de ventilação do suporte ventilatório convencional, como, por exemplo, ventilação a jato de alta frequência, ventilação oscilatória de alta frequência, uma vez que a relação entre OI e sobrevida é alterada (WONG et al., 2018; SOLÉ et al., 2018; FALLON; GADEPALLI; HIRSCHL, 2021).

Outra métrica recomendada na estratificação da insuficiência respiratória em pacientes pediátricos é a relação PaO_2 / FiO_2 (P:F). Na literatura, indica-se a ECMO para uma relação P:F inferior a 100, embora sejam considerados critérios mais rigorosos de relação P:F inferior a 60-80. A insuficiência respiratória hipercapnêica (com pH persistentemente inferior a 7,0-7,25) também pode ser a principal indicação para ECMO, por exemplo, no paciente com asma refratária (FALLON; GADEPALLI; HIRSCHL, 2021).

Em relação às contraindicações aplicam-se nos seguintes casos: às crianças em ventilação mecânica por mais de duas semanas ou ventiladas com elevadas concentrações de oxigênio e pressão por mais de uma semana, por já serem portadoras de intensa lesão pulmonar iatrogênica; malformações cardíacas congênitas devem ser ativamente pesquisadas, por meio de um ecocardiograma, antes do início de ECMO (RIBEIRO, 2020).

Considera-se a ECMO um procedimento eficiente por fornecer assistência pulmonar e/ou cardíaca, quando um ou ambos os órgãos são comprometidos. Tem como finalidade manter a perfusão tecidual enquanto se aguarda a recuperação do órgão afetado, sendo utilizado como ponte para recuperação, aumentando assim a sobrevida e caracterizando-se como uma intervenção de resgate que salva vidas por promover tempo de recuperação e

substituição dos órgãos com eficiência (NAKASATO; LOPES; LOPES, 2018; RIBEIRO et al., 2020).

A ECMO impede que o órgão acometido não tenha mais danos provocados pelas elevadas doses de inotrópicos, vasopressores e altos parâmetros ventilatórios. Contudo, existem alguns fatores que limitam a sua indicação, principalmente o risco de complicações hemorrágicas, vasculares, neurológicas, renais, infecciosas e alterações hemodinâmicas, além de intercorrências mecânicas com o próprio procedimento em relação às falhas do circuito que podem ocorrer com a fonte de oxigênio e misturadores de oxigênio, falha dos equipamentos de monitoramento, rachaduras nos conectores, problemas com as cânulas, ruptura de tubo e mau funcionamento da bomba e trocadores, podendo ser apenas um retorno venoso inadequado (SOARES et al., 2021).

Assim, múltiplas complicações podem surgir, incluindo sangramento no local da cânula, hemorragia cerebral ou acidente vascular cerebral, falência de órgãos, lesão pulmonar ou falha na recuperação pulmonar e infecção. Como o tratamento requer permanência em UTI, outras complicações incluem lesão de pele ou por pressão, infecção, dor e, se não for sedado, delírio e medo. As consequências em longo prazo incluem perda muscular, dor no local da cânula e consequências psicológicas, como ansiedade e depressão (SMITH; LOSHAK, 2021).

Entre as complicações mais comuns nos pacientes pediátricos submetidos a ECMO destacam-se hemorragia (sítio cirúrgico 6%, pulmonar 4%, gastrointestinal 2%), infarto ou hemorragia cerebral (9% e 5%, respectivamente), convulsões (11%), disfunção cardíaca (atrofia do miocárdio 6%, arritmia 4%), insuficiência renal (4%), sepse (6%), hiperbilirrubinemia (9%), hipertensão arterial (12%) e hemólise (13%). A hemorragia intracraniana corresponde a principal causa de óbito e a ocorrência de convulsões significa um sinal de mau prognóstico. Também existem complicações decorrentes de falhas do circuito do oxigenador ou de outros equipamentos (KATTAN et al., 2018; SOARES et al., 2021).

Em virtude do risco de complicações em pacientes pediátricos submetidos a ECMO, recomenda-se o gerenciamento do equipamento por meio da verificação dos circuitos; cuidados gerais e de higiene; monitoramento do estado hemodinâmico; observação do estado geral do paciente e respiratório; controle de sedativos e analgésicos; controle da anticoagulação e monitoração do sangramento; e manutenção da posição prona (SANTOS et al., 2019; UMEDA; SUGIKI, 2020).

O paciente pediátrico em ECMO deve ser submetido a um exame físico criterioso, incluindo avaliação dos sinais vitais; avaliação física observando sinais de hipoperfusão (pele fria, úmida e pálida) e sudorese; avaliação do estado neurológico (nível de consciência e resposta pupilar bilateral); e exame de cateteres intravenosos, curativos e dispositivos de

ventilação e infusão. Além disso, indica-se a monitoração do dispositivo e avaliação dos riscos potenciais associados ao seu uso compreendendo verificação do circuito como o plugue de alimentação do dispositivo e, em alguns dispositivos, uma chave liga/desliga adicional, líquidos, ar e oxigênio, cânulas, tubos, indicadores de atividade do misturador de gás, alarmes, disponibilidade e prontidão do kit de reanimação de emergência da unidade e as pressões (pressão venosa, pressão arterial e diferença de pressão através do oxigenador). Adicionalmente são administrados medicamentos e solicitados exames laboratoriais, cujos resultados devem ser devidamente anotados no prontuário (MOSSADEGH, 2018).

Devido à complexidade do sistema de suporte ECMO e do estado crítico do paciente que está em uso, considera-se importante, durante a assistência a monitorização contínua de parâmetros hemodinâmicos por meio de acessos e aparelhos como cateteres de pressão arterial invasiva, venosos centrais e de colocação em artéria pulmonar, por permitirem uma aferição confiável. Os indicadores fisiológicos mensuráveis são: a pressão arterial (PA), a frequência cardíaca (FC), a frequência respiratória (FR), a temperatura corporal (T°) e a dor. Recomenda-se a análise dos valores obtidos para monitorar a resposta hemodinâmica/ventilatória, além de avaliar e se antecipar a possíveis complicações, e auxiliar na decisão terapêutica. Tais intervenções promovem um impacto significativo quando relacionado ao prognóstico dos pacientes que exigem avaliação constante (ROSSI et al., 2022).

Pacientes que necessitam de ECMO geralmente precisam de analgesia e sedação para promover conforto e reduzir o consumo de oxigênio e facilitar a sincronia do ventilador. Enfatiza-se que alcançar um nível ideal de sedação pode ser um desafio. Há evidências crescentes de que alterações na farmacocinética e farmacodinâmica de alguns medicamentos, como analgésicos e sedação, ocorrem na presença de um circuito de ECMO, complicando ainda mais o controle analgésico e sedativo. Deve-se determinar a capacidade do paciente de ser desmamado da sedação. Se a estabilidade hemodinâmica estiver comprometida ou ocorrer assincronia com o ventilador, pode ser necessária sedação e analgésicos contínuos. Se o paciente permanecer sedado, recomenda-se verificar o estado neurológico a cada quatro horas devido ao aumento do risco de acidente vascular cerebral (KOONS; SIEBERT, 2020).

A assincronia paciente-ventilador representa uma complicação que pode ocorrer em pacientes ventilados mecanicamente, que tem o potencial de aumentar a pressão intratorácica e comprometer as taxas de fluxo. Se isso ocorrer, as configurações do ventilador podem precisar ser alteradas ou o paciente pode precisar de medicação sedativa. A manutenção de taxas de fluxo adequadas no circuito se faz necessária para a manutenção dos níveis adequados de PaO_2 . Taxas de fluxo mais altas permitem que mais

sangue seja injetado por meio do oxigenador, promovendo maior entrega de O_2 ao paciente. O nível de O_2 nos gases sanguíneos arteriais para pacientes com ECMO VV é geralmente muito mais baixo (PaO_2 80–120) em comparação com o nível de O_2 para um paciente em ECMO VA (PaO_2 200–400). Isso ocorre quando pacientes em ECMO VV têm mais sangue oxigenado e mistura de sangue nativo do que pacientes em ECMO VA. Níveis de O_2 no sangue arterial abaixo do normal para pacientes com ECMO VV podem ser resultado de fluxos baixos de ECMO, falha do oxigenador, recirculação ou vazamento de gás. Por isso, recomenda-se monitorar os baixos níveis de O_2 nos gases sanguíneos arteriais e intervir rapidamente para evitar a perfusão de sangue desoxigenado para o cérebro e o resto do corpo. A ECMO também funciona para remover o CO_2 do sangue dos pacientes por meio do fluxo de gás de varredura no circuito da ECMO. Logo, se faz necessária a monitoração e controle dos níveis de CO_2 a partir da função de varredura. Aumentar o nível de varredura diminui o CO_2 e diminuir o nível de varredura aumenta o CO_2 . São recomendados ajustes nas taxas de fluxo de varredura em 0,5 ou 1 litro por minuto e nova verificação da gasometria arterial 30 a 60 minutos após as alterações (KOONS; SIEBERT, 2020).

Em relação à perfusão, anticoagulação e sangramento demandam atenção especial em razão do início da ECMO estar associado a algum grau de síndrome da resposta inflamatória sistêmica. A liberação de mediadores inflamatórios resulta em uma cascata de eventos, incluindo ativação da resposta imune, aumento da permeabilidade capilar e ativação da cascata de coagulação. A consequência deste último são êmbolos na microcirculação que podem levar à diminuição da perfusão periférica e orgânica. Além disso, o próprio cateter de canulação de grande calibre pode obstruir o fluxo sanguíneo para as extremidades. Para garantir perfusão distal adequada às extremidades periféricas, são indicadas verificações de pulso periférico de uma em uma hora por palpação ou com o uso de um doppler. Adicionalmente, monitoram as extremidades quanto à temperatura, cor e enchimento capilar. Se for detectada isquemia periférica, uma pequena cânula de reperfusão, chamada cânula da artéria femoral superficial (SFA), pode ser colocada com um conector em Y no local da cânula da artéria femoral. Esta cânula desvia o sangue retrógrado da cânula da ECMO para baixo através da artéria femoral para perfundir a perna e evitar mais isquemia (CALHOUN, 2018).

Pacientes em ECMO apresentam uma série de alterações hemostáticas, incluindo consumo de fatores de coagulação, trombocitopenia, multímeros alterados do fator de von Willebrand (vWF) e disfunção plaquetária 1 e reduções nos níveis de antitrombina 2. Eventos hemorrágicos significativos ocorrem em mais de 30% dos pacientes em ECMO e um melhor controle da anticoagulação pode melhorar os resultados dos pacientes. Complicações trombóticas ocorrem em até 8-17% dos pacientes em ECMO. Tanto o

sangramento quanto as complicações trombóticas estão associados ao aumento da mortalidade (CARTWRIGHT et al., 2021).

As complicações hemorrágicas relacionadas à anticoagulação associam-se à hemodiluição do paciente e ao consumo de fatores de coagulação, bem como à trombocitopenia induzida pela heparina. Durante a ECMO ocorre o consumo de plaquetas e de fatores de coagulação devido o contato do sangue com uma superfície não-endotelial, sendo necessário anticoagulação visando prevenir trombose no circuito. A fim de reduzir o risco de sangramento, demonstrou-se que manter um controle adequado de TTPA (<70s) auxilia nas medidas preventivas de sangramento, otimizando o cuidado do paciente. Além disso, alguns pacientes podem evoluir com hiperfibrinólise ou coagulopatia intravascular disseminada, devido à hipoperfusão tecidual e hipóxia. Como o D-dímero é um produto da degradação da fibrina e um marcador de CIVD, deve ser monitorado para direcionar o tratamento (NAKASATO; LOPES; LOPES, 2020; CARTWRIGHT et al., 2021).

Assim sendo, no decorrer da assistência extracorpórea, acontecem alteração da composição sanguínea e uma coagulopatia relacionada ao contato com uma superfície não endotelizada e também provocada pela bomba. Além disso, existe uma lesão vascular no sítio de canulação, com enrijecimento do vaso até que as áreas centrais sejam alcançadas. Isso resulta em extensas áreas de baixo fluxo e estase ao longo da cânula, favorecendo a formação de trombos. Logo, recomenda-se que o alvo de TTPA seja mais alto para prevenir tais complicações em pacientes cujo perfil de risco para fenômenos tromboembólicos é elevado (NAKASATO; LOPES.; LOPES, 2020).

O desenvolvimento de coágulos pode comprometer o desempenho geral do oxigenador ECMO. A formação de coágulos no oxigenador pode reduzir a capacidade da membrana de fornecer O₂ e remover CO₂ do sangue, o que exige a sua monitoração contínua, bem como de seus tubos para a prevenção de coágulos, documentar a presença ou ausência de coágulos e comunicar os achados à equipe. Para prevenir ou reduzir a formação de coágulos, os pacientes são colocados em anticoagulação sistêmica, geralmente heparina devido à sua meia-vida mais curta, disponibilidade de um agente de reversão e custos reduzidos. Os exames de sangue para monitorar os níveis de anticoagulação pode incluir o tempo de tromboplastina parcial, tempo de coagulação ativada, antifator Xa e tromboelastografia (LOOR; SIMPSON; PARULEKAR, 2017).

A anticoagulação de pacientes em ECMO aumenta o risco de sangramento exigindo a monitoração da cânula e do local de inserção, devido ao risco de desenvolvimento de hematoma em locais de punção antigos, sangramento retroperitoneal, sangramento gastrointestinal e hemorragia pulmonar. Medidas de transfusão conservadoras devem ser seguidas para pacientes que recebem ECMO como uma ponte para o transplante. Isso ocorre porque as transfusões frequentes de produtos sanguíneos podem provocar uma

resposta de anticorpos que pode afetar adversamente a prova cruzada de órgãos do candidato. É prática comum não transfundir um paciente a menos que o nível de hemoglobina esteja abaixo de 6 g/dL, desde que não haja evidência de comprometimento hemodinâmico. Os profissionais intensivistas devem considerar o uso de tubos de sangue pediátricos ao coletar amostras de sangue de candidatos a transplante em ECMO, na tentativa de reduzir a perda de sangue (KOONS; SIEBERT, 2020).

Recomenda-se a combinação da ECMO e posição prona por períodos superiores a doze horas em pacientes com insuficiência respiratória aguda grave para aumentar o recrutamento alveolar, a complacência respiratória, a oxigenação (demonstrada pela melhora significativa da relação PaO_2/FiO_2) e o recrutamento de lesão pulmonar induzida por ventilador, determinando assim menor tempo de internação e melhor sobrevida (DALMEDICO et al., 2019).

A posição prona consiste no fornecimento de suporte ventilatório com o paciente deitado em decúbito ventral, sendo considerado o respondedor à técnica quando apresenta um aumento de pelo menos 20 mmHg na relação PaO_2/FiO_2 ou de 10 mmHg na PaO_2 . Tais parâmetros são comumente adotados para avaliar a resposta do paciente em ventilação mecânica invasiva à técnica (QUADROS et al., 2021).

A posição prona utiliza a gravidade e o reposicionamento do coração no tórax a fim de recrutar os alvéolos pulmonares e melhorar a relação ventilação/perfusão e a oxigenação arterial, onde o gradiente gravitacional da pressão pleural é reduzido, as pressões transpulmonares são mais uniformes e o recrutamento alveolar pode ser alcançado em regiões atelectásicas sem prejudicar regiões que já tenham sido recrutadas. O tratamento estará relacionado à causa subjacente, mas o objetivo sempre será o de melhorar a oxigenação ou a ventilação. Para tanto, o paciente precisa ser avaliado primeiramente depois de uma hora em prono, com uma gasometria, e se estiver respondendo bem a avaliação, é feita de seis em seis horas, até o final do tempo estabelecido (DALMEDICO et al., 2019).

CONCLUSÃO

A ECMO é uma modalidade vital para salvar vidas em pacientes com insuficiência respiratória e cardiorrespiratória. Trata-se, portanto, de uma forma de suporte de vida cardiopulmonar na qual drena-se o sangue do sistema venoso, circulado fora do corpo por uma bomba mecânica e, na sequência, reinfundido na circulação. Torna-se a hemoglobina, enquanto fora do corpo, totalmente saturada com o oxigênio e remove-se o gás carbônico. Dividem-se as indicações para a ECMO em três categorias, de acordo com o suporte de órgão: cardíaca, respiratória e uma combinação das duas.

O uso de tecnologias de circulação extracorpórea, como ECMO, permite estratégias mais agressivas de repouso pulmonar e suporte cardiovascular do que poderia ser fornecido de outra forma. Dependendo da escolha das técnicas de canulação, este procedimento pode fornecer suporte puramente respiratório, suporte respiratório com suporte ventricular direito e suporte cardiopulmonar total. Hoje, com a seleção cuidadosa de pacientes, pode ser usado como terapia de resgate para permitir a recuperação ou ponte para transplante para insuficiência respiratória hipóxica e choque cardiogênico refratário grave.

Com os resultados obtidos em pesquisa, evidencia-se um grande interesse na Medicina Intensiva em melhorar a abordagem do paciente submetido à ECMO, em razão de ser um procedimento invasivo não isento de complicações, como a presença e ou formação de coágulos, a presença de embolia gasosa, e ou falência do oxigenador aquando da realização da técnica. Estas são associadas às interações do sangue com as superfícies artificiais do circuito e as mudanças de padrão de fluxo sanguíneo, além de um maior número de complicações ao uso de ECMO devido a tempo prolongado. Todavia, a ocorrência de eventos adversos pode ser prontamente prevenida. Para tanto, prioriza-se a monitorização em duas linhas de atuação: a monitorização da técnica, que corresponde aos cuidados às cânulas, débito de oxigenador, rotações do oxigenador, pressões do oxigenador, temperatura do circuito, índice de coagulação, avaliação gasométrica no oxigenador; e a monitorização do paciente propriamente dito, que se relaciona com a avaliação de parâmetros vitais e glicemia capilar, do sistema neurológico, da diurese e perdas hemáticas, dos posicionamentos bem como dos parâmetros ventilatórios e gasométricos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, B.F. et al. Utilização da Oxigenação Extracorpórea (ECMO) na Terapia Intensiva. **Research Society Development**, v. 10, n. 9, p. 1-9, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/17727/15849/223389>. Acesso em: 29 abr. 2023.

CALHOUN, A. ECMO: Nursing Care of Adult Patients on ECMO. **Critical Care Nursing Quarterly**, v. 41, n. 4, p. 394-398, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30153183/>. Acesso em: 29 abr. 2023.

CARTWRIGHT, B. et al. Hemostasis, coagulation and thrombin in venoarterial and venovenous extracorporeal membrane oxygenation: the HECTIC study. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 1-19, 2021. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-87026-z>. Acesso em: 29 abr. 2023.

CHAICA, V.; PONTÍFICE-SOUSA, P.; MARQUES, R. Abordagem de enfermagem à pessoa em situação crítica submetida a oxigenação por membrana extracorporeal: Scoping review. **Enfermería Global**, n. 59, p. 1-13, 2020. Disponível em: https://scielo.isciii.es/pdf/eg/v19n59/pt_1695-6141-eg-19-59-507.pdf. Acesso em: 29 abr. 2023.

CHAVES, R.C.F. et al. Oxigenação por membrana extracorpórea: revisão da literatura. **Rev. Brasileira Terapia Intensiva**, v. 31, n. 3, p. 410-424, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbti/a/6gjmt6ZPFwV6SnKWKgJthTn/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 29 abr. 2023.

DALMEDICO, M. Posição prona e oxigenação por membrana extracorpórea na síndrome do desconforto respiratório agudo. **Fisioterapia Movimento**, v. 32, p. 1-12, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/fm/a/J94fJT93cvw5V89H3WSbvZx/abstract/?lang=en>. Acesso em: 29 abr. 2023.

FALLON, B.P.; GADEPALLI, S.K.; HIRSCHL, R.B. Pediatric and neonatal extracorporeal life support: current state and continuing evolution. **Pediatric Surgery International**, v. 37, n. 1, p. 17-35, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33386443/>. Acesso em: 29 abr. 2023.

GAJKOWSKI, E.F. et al. ELSO Guidelines for Adult and Pediatric Extracorporeal Membrane Oxygenation Circuits. **ASAIO Journal**, 68, n. 2, p. 133-152, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35089258/>. Acesso em: 29 abr. 2023.

GARRO, A.L.R. et al. Oxigenação por membrana extracorpórea no suporte de pacientes com insuficiência respiratória grave causada pela COVID-19: uma revisão narrativa. **Brazilian Journal Health Review**, v. 4, n. 4, p. 18438-18452, 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/35293/pdf>. Acesso em: 29 abr. 2023.

HANNAWI, B. et al. Extra Corporeal Membrane Oxygenation (ECMO) as a Bridge to Adult Heart Transplantation: Bridge to Bridge Strategy vs Direct ECMO Bridge Strategy (UNOS Analysis). **Journal Heart Lung Transplantation**, v. 36, n. 4, p. 1-13, 2018. Disponível em: [https://www.jhltonline.org/article/S1053-2498\(17\)30384-4/fulltext](https://www.jhltonline.org/article/S1053-2498(17)30384-4/fulltext). Acesso em: 29 abr. 2023.

KATTAN, J. et al. Neonatal and pediatric extracorporeal membrane oxygenation in developing Latin American countries. **Journal Pediatrics**, n. 93, p. 120-129, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jped/a/7J8TVyzNPYkc3WqQ7gGJ8Kp/?lang=en>. Acesso em: 29 abr. 2023.

KOONS, B.; SIEBERT, J. Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO) as a Bridge to Lung Transplantation: Considerations for Critical Care Nursing Practice. **Critical Care Nurse**, v. 40, n. 3, p. 49-57, 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7271759/>. Acesso em: 29 abr. 2023.

LAVEZZO, S.Z. et al. Efetividade da terapia por oxigenação de membrana extracorpórea (ECMO) em pacientes críticos com COVID-19. **Research Society Development**, v. 11, n. 3, p. 1-120, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/26388/23001/307390>. Acesso em: 29 abr. 2023.

LI, X.; SCALES, D.C.; KAVANAGH, B.P. Unproven and expensive before proven and cheap: Extracorporeal membrane oxygenation versus prone position in acute respiratory distress syndrome. **American Journal Respiratory Critical Care Medicine**, n. 197, p. 991-993, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29313706/>. Acesso em: 29 abr. 2023.

LOOR, G.; SIMPSON, L.; PARULEKAR, A. Bridging to lung transplantation with extracorporeal circulatory support: when or when not? **Journal Thoracic Disease**, v. 9, n. 9,

p. 3352-3361, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29221320/>. Acesso em: 29 abr. 2023.

MARATTA, C. et al. Extracorporeal Life Support Organization (ELSO): 2020 Pediatric Respiratory ELSO Guideline. **Practice Guideline ASAIO Journal**, v. 66, n. 9, p. 975-979, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32701626/>. Acesso em: 29 abr. 2023.

MOSSADEGH, C. Monitoring the ECMO. In: MOSSADEGH, C.; COMBES, A, Nursing Care and ECMO. **Springer International Publishing**, n. 1, p. 45-70, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7123851/>. Acesso em: 29 abr. 2023.

NAKASATO, G.R.; LOPES, J.L.; LOPES, C.T. Complicações relacionadas à oxigenação por membrana extracorpórea. **Rev. UFPE online**, v. 12, n. 6, p. 1727-1737, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistaenfermagem/article/view/231304>. Acesso em: 29 abr. 2023.

NAKASATO, G.R.; LOPES, J.L.; LOPES, C.T. Preditores de complicações da oxigenação por membrana extracorpórea. **Rev. Brasileira Enfermagem**, v. 73, n. 2, p. 1-10, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/reben/a/FVZL4R8gjzPQVZKknhgzbqr/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 29 abr. 2023.

OLIVEIRA, F.R.C. et al. Oxigenação por membrana extracorpórea na insuficiência respiratória em crianças: os anos antes e depois da pandemia de H1N1 de 2009. **Rev. Brasileira Terapia Intensiva**, v. 33, n. 3, p. 1-13, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbti/a/KFP7BkgH9GFZkTdxTQXznWD/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 29 abr. 2023.

QUADROS, T.C.C. et al. Utilização da posição prona em ventilação espontânea em paciente com COVID-19: relato de caso. **Scientia Medica Porto Alegre**, v. 31, p. 1-8, 2021. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/scientiamedica/article/view/39982/26682>. Acesso em: 29 abr. 2023.

RATNANI, I. et al. The Role and Impact of Extracorporeal Membrane Oxygenation in Critical Care. **Methodist DeBakey Cardiovascular Journal**, v. 14, n. 2, p. 110-119, 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6027718/>. Acesso em: 29 abr. 2023.

RIBEIRO, A.P.R. ECMO a terapia que salva vidas: revisão sistemática. **Id on Line Rev. Multidisciplinar Psicologia**, v. 14, n. 54, p. 341-356, 2020. Disponível em: <https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/2974>. Acesso em: 29 abr. 2023.

ROSSI, A.F. et al. **Os sinais vitais como instrumento norteador da assistência ao paciente em ECMO**. 2022. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/catalogo/post/os-sinais-vitais-como-instrumento-norteador-da-assistencia-de-e>. Acesso em: 29 abr. 2023.

SANTOS, D.B.C. et al. Cuidados a pacientes em uso de oxigenação por membrana extracorpórea. **Rev. UFPE on line**, n. 13, p. 1-12, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistaenfermagem/article/view/242035>. Acesso em: 29 abr. 2023.

SMITH, A.; LOSHAK, H. Extracorporeal membrane oxygenation for adults and children with severe respiratory failure CADTH. **Health Technology Review**, Ottawa (ON): Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health, 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK584541/>. Acesso em: 29 abr. 2023.

SOARES, I. et al. Cuidado ao paciente em ECMO (Extracorporeal Membrane Oxygenation): um desafio para a enfermagem neonatal. **Rev. Nursing**, v. 28, n. 283, p. 6923-6925, 2021. Disponível em: <https://revistanursing.com.br/index.php/revistanursing/article/view/2136/2638>. Acesso em: 29 abr. 2023.

SOLÉ, A. et al. Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation support for neonatal and pediatric refractory septic shock: more than 15 years of learning. **Observational Study European Journal Pediatrics**, v. 177, n. 8, p. 1191-1200, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29799085/>. Acesso em: 29 abr. 2023.

TORRES, A.C.O. et al. Complicações da Oxigenação por Membrana Extracorpórea Venoarterial no tratamento terminal da insuficiência cardíaca. **REAS**, v. 13, n. 2, p. 1-7, 2021. Disponível em: <https://acervomais.com.br/index.php/saude/article/view/6362>. Acesso em: 29 abr. 2023.

UMEDA, A.; SUGIKI, Y. Nursing care for patients with COVID-19 on extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) support. **Global Health Medicine**, v. 2, n. 2, p. 127-130, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33330790/>. Acesso em: 29 abr. 2023.

VOORDE, P.V. et al. Lebensrettende Maßnahmen bei Kindern (Paediatric Life Support, PLS) Leitlinien des European Resuscitation Council 2021. **Notfall Rettungsmedizin**, v. 24, n. 4, p. 650-719, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10049-021-00887-9>. Acesso em: 29 abr. 2023.

WONG, J.J. et al. Pediatric Acute & Critical Care Medicine Asian Network (PACCMAN): risk stratification in pediatric acute respiratory distress syndrome: A Multicenter Observational Study. **Critical Care Medicine**, n. 45, p. 1820-1828, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28749854/>. Acesso em: 29 abr. 2023.