

Ho Yeh Li¹, Pedro Vitale Mendes^{1,4}, Livia Maria Garcia Melro^{1,2}, Daniel Joelsons¹, Bruno Adler Maccagnan Pinheiro Besen^{1,4}, Eduardo Leite Viera Costa^{1,3}, Adriana Sayuri Hirota¹, Edzangela Vasconcelos Santos Barbosa¹, Flavia Krepel Foronda¹, Luciano Cesar Pontes Azevedo^{1,3}, Thiago Gomes Romano^{1,4}, Marcelo Park¹

1. Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo - São Paulo (SP), Brasil.
2. Hospital TotalCor - São Paulo (SP), Brasil.
3. Hospital Sírio Libanês - São Paulo (SP), Brasil.
4. Unidade de Terapia Intensiva Oncológica, Hospital São Luiz, Rede D'Or - São Paulo (SP), Brasil.

Conflitos de interesse: Nenhum.

Submetido em 29 de janeiro de 2018

Aceito em 30 de abril de 2018

Autor correspondente:

Marcelo Park
 Disciplina de Emergências
 Unidade de Terapia Intensiva
 Hospital das Clínicas
 Avenida Dr. Enéas Carvalho de Aguiar, 255,
 6º andar, sala 6.040
 CEP: 05403-000 - São Paulo (SP), Brasil
 E-mail: marcelo.park@hc.fm.usp.br

Editor responsável: Alexandre Biasi Cavalcanti

DOI: 10.5935/0103-507X.20180052

Caracterização de pacientes transportados com suporte respiratório e/ou cardiovascular extracorpóreo no Estado de São Paulo – Brasil

Characterization of patients transported with extracorporeal respiratory and/or cardiovascular support in the State of São Paulo, Brazil

RESUMO

Objetivo: Caracterizar pacientes graves transportados em suporte respiratório ou cardiovascular extracorpóreo.

Métodos: Descrição de uma série de 18 casos registrados no Estado de São Paulo. Todos os pacientes foram consecutivamente avaliados por uma equipe multidisciplinar no hospital de origem. Os pacientes foram resgatados, sendo a oxigenação por membrana extracorpórea instalada *in loco*. Os pacientes foram, então, transportados para os hospitais referenciados já em oxigenação por membrana extracorpórea. Os dados foram recuperados de um banco de dados prospectivamente coletado.

Resultados: De 2011 até 2017, 18 pacientes com 29 (25 - 31) anos, SAPS3 de 84 (68 - 92), com principais diagnósticos de leptospirose e influenza A (H1N1) foram transportados no Estado de São Paulo para três hospitais referenciados. Uma distância mediana de 39 (15 - 82) km foi percorrida em

cada missão, em um tempo de 360 (308 - 431) minutos. As medianas de um (0 - 2) enfermeiro, três (2 - 3) médicos e um (0 - 1) fisioterapeuta foram necessárias por missão. Dezesete transportes foram realizados por ambulância e um por helicóptero. Existiram intercorrências: em duas ocasiões (11%), houve falha de fornecimento de energia para a bomba e, em duas ocasiões, queda da saturação de oxigênio < 70%. Treze pacientes (72%) sobreviveram para a alta hospitalar. Dos pacientes não sobreviventes, dois tiveram morte encefálica; dois, disfunção de múltiplos órgãos; e um, fibrose pulmonar considerada irreversível.

Conclusões: O transporte com suporte extracorpóreo ocorreu sem intercorrências maiores, com uma sobrevida hospitalar alta dos pacientes.

Descritores: Respiração artificial; Insuficiência respiratória; Oxigenação por membrana extracorpórea; Transporte de pacientes; Estado terminal; Unidades de terapia intensiva

INTRODUÇÃO

O uso da oxigenação por membrana extracorpórea (ECMO) vem crescendo vertiginosamente nos últimos anos,⁽¹⁾ principalmente após a pandemia de pneumonite pelo vírus influenza A (H1N1).⁽²⁻⁴⁾ Apesar dos estudos randomizados mais antigos utilizando a ECMO para suporte respiratório serem negativos,^(5,6) a tecnologia atual,⁽⁷⁾ associada à aplicação da ventilação mecânica ultraprotetora,⁽⁸⁾ trouxe uma evidência positiva em termos de sobrevida e qualidade de vida, com o uso da ECMO em pacientes com insuficiência respiratória grave.^(9,10)

O custo elevado do preparo da equipe e do suporte propriamente dito, intuitivamente, podem ter impacto econômico negativo, principalmente em



países em desenvolvimento.⁽¹¹⁾ Entretanto, o custo elevado da instalação inicial do sistema se dilui em uma manutenção de baixo custo e resultados positivos, quando o suporte com ECMO é utilizado com um preparo adequado da equipe, o que torna a terapia custo-efetiva nos países desenvolvidos^(9,12) e potencialmente custo-efetiva em países em desenvolvimento.⁽¹³⁾

Como a manutenção da equipe em centros com um movimento esperado relativamente pequeno pode aumentar o custo do suporte extracorpóreo, o referenciamento com transporte já usando ECMO para centros especializados vem sendo realizado com custo aceitável, e resultados de sobrevida e qualidade de vida positivos.^(4,9)

Tendo em vista a importância do transporte em ECMO, o objetivo deste estudo foi caracterizar os transportes realizados pelo nosso grupo no Estado de São Paulo desde 2011.

MÉTODOS

Os dados foram recuperados de um banco de dados prospectivamente coletado. A análise do banco de dados foi avaliada e aprovada pela Comissão de Ética para análise de projetos de pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP), parecer número 107.443, sendo o Termo de Consentimento não requerido. Os dados coletados de cada paciente seguiram o padrão previamente descrito,^(14,15) em uma planilha *on-line* no sistema REDCap.⁽¹⁶⁾

O contato foi realizado por meio de telefone com um dos membros do grupo. Uma planilha *on-line* foi preenchida, para armazenamento dos dados, a gravidade do paciente foi mensurada, e os critérios de indicação e contraindicação do suporte extracorpóreo foram analisados. Os critérios de indicação e contraindicação já foram previamente descritos por nosso grupo.⁽¹⁷⁾ Ambos foram um pouco modificados, devido aos resultados iniciais subótimos, com problemas pontuais na experiência inicial.^(14,18-20) Os critérios atuais são apresentados no item Métodos do Material Suplementar; apesar de os critérios de contraindicação terem sido bastante restritivos, situações especiais, que gerassem dúvidas, foram discutidas em grupo. Passada esta etapa, se os critérios de indicação fossem preenchidos ou se existissem dúvidas, o restante do grupo foi contatado, e a decisão final de indicação ou contraindicação do suporte foi tomada em conjunto.

O grupo de resgate era composto por pelo menos três profissionais, com pelo menos dois médicos (sendo o terceiro profissional médico, enfermeiro ou fisioterapeuta), todos capacitados para manuseio do sistema e para

comunicação aberta e dirigida com pacientes, familiares e responsáveis pelos pacientes.

Todos os profissionais avaliaram inicialmente o paciente. Na concordância presencial da indicação, os dois médicos foram responsáveis pela canulação, enquanto o terceiro profissional foi responsável pela comunicação com os familiares e a montagem com *priming* do sistema.

Não existia um sistema próprio de transporte, de modo que o centro solicitante se responsabilizou pelo transporte do grupo ao local solicitado, por meio de ambulância ou transporte particular. O grupo foi responsável por levar, na missão, o sistema de ECMO, um estabilizador de voltagem para a bomba da ECMO, duas bombas de infusão, o sistema de mensuração de pressão arterial não invasiva e oxímetro. Estes itens foram checados com *checklist* previamente à saída para a missão. O restante da monitorização e do suporte foi fornecido pela ambulância de transporte de volta.

A iniciação do suporte, a estabilização inicial do paciente e a migração para ventilação protetora/ultraprotetora foram feitas com todos os profissionais presentes. A técnica de cada passo foi previamente descrita.⁽¹⁴⁾ Foram usados como dispositivos para o suporte com ECMO membranas de polimetilpenteno com bombas centrífugas magnéticas: (1) Rotaflow/Jostra Quadrox-D/Permanent Life Support (PLS; Maquet Cardiopulmonary AG, Hirrlingen, Germany), e (2) BioPump com campânula e circuito Affinity (Medtronic Inc, MN, USA) com membrana BIOCUBE 6000 (Nipro LTDA, Sorocaba, São Paulo, Brasil).

Foram usadas ambulâncias disponíveis para transporte de pacientes críticos, desde que dispusessem de um ventilador mecânico capaz de fornecer pelo menos 10cmH₂O de pressão positiva expiratória final e um inversor com pelo menos 2000 Watts de potência - inversores menos potentes não conseguem manter a bomba de ECMO acionada junto dos demais aparelhos necessários. Para reduzir a carga de trabalho durante o transporte, não levamos o dispositivo termorregulador da ECMO e tivemos cuidado de manter o ar condicionado da ambulância desligado, para evitar o resfriamento excessivo do paciente.

Análise estatística

Como a amostra era pequena, os dados foram considerados não paramétricos e são relatados como mediana [P25° - P75°], se quantitativos, ou ocorrências e porcentagem, se qualitativos. As comparações entre grupos apresentadas nas tabelas foram realizadas usando o teste de Mann-Whitney para dados quantitativos e o teste de Fisher para dados qualitativos. O intervalo de confiança da

proporção de sobreviventes foi calculada de acordo com a *Association of Public Health Observatories*.⁽²¹⁾ O *software* livre R foi utilizado para os cálculos e construção de gráficos.⁽²²⁾

RESULTADOS

Em 2011, ocorreu a instalação do programa de ECMO e, neste mesmo ano, iniciou-se o transporte de pacientes em ECMO.⁽¹⁴⁾ A figura 1S mostra o fluxo das 28 solicitações de suporte extracorpóreo fora dos hospitais referenciados. Os primeiros sete pacientes desta casuística já foram citados em outra publicação.⁽¹⁵⁾ Decorridos 6 anos de programa, 18 pacientes foram resgatados e transportados em suporte extracorpóreo por nosso grupo no Estado de São Paulo. Dezesete receberam suporte respiratório exclusivo (configuração venovenosa - VV) e um paciente recebeu suporte respiratório e cardiovascular (configuração venoarterial - VA). As características gerais dos pacientes são mostradas na tabela 1. As características dos pacientes logo antes da instalação do suporte são mostradas na tabela 2, na qual se pode notar que o *Respiratory ECMO Survival Prediction Score* (RESP score) e o volume corrente na ventilação mecânica pré-ECMO foram diferentes entre os sobreviventes e não sobreviventes. Na tabela 3, os dados das missões de resgate são mostrados, assim como as intercorrências durante o transporte. Os hospitais referenciados foram o Hospital Sírio Libanês (dois pacientes), Hospital TotalCor (dois pacientes) e o Hospital das Clínicas de São Paulo (14 pacientes).

Os dados do suporte extracorpóreo são demonstrados na tabela 4. Os suportes respiratórios foram realizados com a configuração fêmoro-jugular, e o único suporte venoarterial, com a configuração fêmoro-femural. As cânulas venosas foram 21 - 22 Fr, e as arteriais 16 - 19 Fr. Fora a canulação venoarterial, a anticoagulação apenas foi iniciada ao chegar ao hospital referenciado. Cinco pacientes não usaram anticoagulação em nenhum momento; quatro por sangramento pulmonar; e um pela presença de vasculite cerebral com áreas hemorrágicas. Nenhum paciente teve troca de circuito ou mudança de configuração em relação à canulação inicial. Na tabela 5, são mostrados os resultados finais. Ocorreu um período mínimo de 3 dias de suporte e máximo de 60 dias. Dos 18 pacientes, 13 sobreviveram (72%; intervalo de confiança de 95% - IC95% 49 - 88) à internação hospitalar (Figura 2S). Dos sobreviventes, apenas um necessitou de diálise após a internação hospitalar e nenhum necessitou de oxigenoterapia domiciliar. A tabela 1S mostra os dados individuais dos pacientes.

DISCUSSÃO

Nesta descrição de 18 pacientes graves transportados em suporte com ECMO para centros especializados em São Paulo, pudemos observar baixa incidência de intercorrências e sobrevida hospitalar de 72%. Dos pacientes com alta hospitalar, apenas um permaneceu em terapia substitutiva renal e nenhum necessitou de oxigenoterapia domiciliar.

Menos de 2% dos pacientes internados na unidade de terapia intensiva (UTI) tem insuficiência respiratória grave. Destes, menos de 0,5% é refratária à ventilação mecânica protetora e a manobras de resgate para hipoxemia e hipercapnia grave,⁽²³⁾ necessitando eventualmente de suporte com ECMO. Com esta incidência pequena de pacientes extremamente graves, é difícil a manutenção de uma equipe para realizar o suporte com ECMO em toda UTI. Assim, em países desenvolvidos, tem sido utilizado o transporte com ECMO já instalada, para reduzir os riscos do transporte para centros especializados, com sobrevida alta dos pacientes de 62% (IC95% 57% - 68%).^(4,15) Na nossa casuística, observamos sobrevida hospitalar de 72% (IC95%: 49% - 88%), ou seja, compatível com a literatura atual.⁽¹⁵⁾

Estes resultados são atribuídos a dois principais motivos. O primeiro são os critérios de inclusão e exclusão menos inclusivos, restringindo a indicação de ECMO a pacientes selecionados, pois o suporte extracorpóreo com ECMO parece ter benefício de sobrevida com qualidade de vida em um grupo de pacientes extremamente restrito, com baixa carga de comorbidades e poucas disfunções agudas.^(9,24) Além disso, a aplicação de manobras de resgate, como a posição prona previamente a ECMO, é essencial sempre que possível, pois esta manobra é de baixo custo e de evidência forte em relação à melhora da sobrevida dos pacientes.⁽²⁵⁾ Em segundo lugar, estão o treinamento e o amadurecimento da equipe multidisciplinar, que parecem necessários para otimizar o uso da metodologia,⁽¹⁸⁾ assim como o conhecimento profundo da fisiologia e possíveis intercorrências durante o suporte com a ECMO.⁽²⁶⁻²⁸⁾

Nessa casuística, as análises comparativas entre sobreviventes e não sobreviventes devem ser tomadas somente como exploratórias, devido ao pequeno tamanho da amostra. No entanto, alguns itens devem ser destacados. O volume corrente inicial dos pacientes que morreram era menor do que os que sobreviveram, provavelmente expressando a maior gravidade da injúria pulmonar e a menor complacência dos pulmões. O *Simplified Acute Physiology Score 3* (SAPS 3) não foi diferente entre os grupos, e o

Tabela 1 - Características gerais dos pacientes transportados em oxigenação por membrana extracorpórea

Características	Todos pacientes (n = 18)	Sobreviventes (n = 13)	Não sobreviventes (n = 5)	Valor de p*
Idade (anos)	29 [25 - 31]	28 [25 - 31]	29 [27 - 31]	0,621
Sexo feminino	11 (61)	9 (69)	2 (40)	0,326
SAPS 3	84 [68 - 92]	84 [66 - 88]	80 [73 - 95]	0,961
Probabilidade de morte sul-americana (%) [†]	89 [66 - 94]	89 [62 - 92]	86 [76 - 95]	1,000
Probabilidade de morte europeia (%) [†]	76 [46 - 85]	76 [42 - 81]	71 [58 - 88]	0,961
SOFA	13 [9 - 16]	14 [10 - 16]	13 [9 - 13]	0,584
Peso (kg)	74 [55 - 84]	72 [50 - 78]	84 [60 - 84]	0,298
Altura (cm)	165 [160 - 185]	165 [160 - 170]	180 [160 - 185]	0,344
Condições clínicas associadas				0,920
Hipertensão arterial sistêmica	2 (11)	1 (8)	1 (20)	
<i>Diabetes mellitus</i>	1 (9)	1 (8)	0 (0)	
Gestação	1 (9)	1 (8)	0 (0)	
Puerpério	3 (17)	3 (38)	0 (0)	
Lúpus eritematoso sistêmico	1 (9)	1 (8)	0 (0)	
AIDS	1 (9)	0 (0)	1 (20)	
Diagnósticos etiológicos				0,810
Hemorragia alveolar por lúpus	1 (9)	1 (8)	0 (0)	
Leptospirose	3 (17)	3 (38)	0 (0)	
Vírus influenza A H3N2	1 (9)	0 (0)	1 (20)	
Vírus influenza A H1N1	3 (17)	2 (38)	1 (20)	
Vírus influenza B	1 (9)	1 (8)	0 (0)	
Vírus varicela-zóster	1 (9)	1 (8)	0 (0)	
Vírus sincicial respiratório	1 (9)	1 (8)	0 (0)	
Coronavírus	1 (9)	1 (8)	0 (0)	
Vírus Epstein-Barr	1 (9)	1 (8)	0 (0)	
Pneumonia nosocomial	1 (9)	1 (8)	0 (0)	
Pneumonia aspirativa	1 (9)	0 (0)	1 (20)	
Pneumonia necrotizante	1 (9)	0 (0)	1 (20)	
Tromboflebite séptica pélvica	1 (9)	1 (8)	0 (0)	
<i>Pneumocistis jirovecii</i>	1 (9)	0 (0)	1 (20)	

SAPS - *Simplified Acute Physiology Score*; SOFA - *Sequential Organ Failure Assessment Score*. * Valor de comparação entre sobreviventes e não-sobreviventes; † cálculo usando o logit do SAPS 3 para a América do Sul e Europa Ocidental, respectivamente. Resultados expressos como mediana [interquartil 25 - 75] ou número (%).

RESP score,⁽²⁹⁾ que utilizamos para ajudar na tomada de decisão, foi maior entre os pacientes que sobreviveram. Apesar de o RESP ser construído para o fim de predição de sobrevida de pacientes em ECMO, outros escores para prever a sobrevida destes pacientes contemplam com maior peso outras funções orgânicas e, provavelmente, ganham acurácia, devido a este fato.⁽³⁰⁾ Reportamos o *Survival After Venous Arterial ECMO Score* (SAVE score), mas, como só um paciente utilizou este escore, ele não pode ser analisado.

Outro ponto interessante em nossa casuística no grupo de não sobreviventes foi de que a queda da pressão

parcial de dióxido de carbono (PaCO₂) pré-ECMO para pós-ECMO foi de grande monta, fato este já sabidamente relacionado a uma maior mortalidade dos pacientes em ECMO.⁽³¹⁾ Isso pode ter contribuído para a morte de dois pacientes, que evoluíram com morte encefálica na estadia em nossas UTI, fato que nos alertou para a iniciação cautelosa da ventilação extracorpórea - principalmente em pacientes mais hipercápnicos, com relações de fluxo da gás/fluxo de sangue < 1, visando a uma queda inicial menor da PaCO₂.

As intercorrências mais graves foram resolvidas da seguinte forma: (1) a falência de energia foi resolvida com

Tabela 2 - Características respiratórias e hemodinâmicas dos pacientes pré-oxigenação por membrana extracorpórea

Características	Todos pacientes (n = 18)	Sobreviventes (n = 13)	Não sobreviventes (n = 5)	Valor de p*
Escore de Murray	3,7 [3,0 - 4,0]	3,5 [3,0 - 4,0]	3,8 [3,7 - 4,0]	0,448
Tempo de ventilação mecânica (dias)	7 [1 - 11]	5 [1 - 8]	8 [7 - 15]	0,113
Tempo de UTI (dias)	7 [2 - 11]	5 [1 - 9]	8 [8 - 15]	0,199
RESP score	0,00 [-2,00 - 2,00]	1,50 [-0,25 - 3,25]	-2,00 [-3,00 - -1,00]	0,023
Probabilidade de sobrevida (RESP) (%)	50 [40 - 60]	58 [48 - 69]	40 [35 - 45]	0,034
SAVE score	0,00	0,00	---	---
Probabilidade de sobrevida (SAVE) (%)	40	40	---	---
Ventilação mecânica				
Modo pressão controlada	14 (78)	10 (77)	4 (80)	1,000
Modo volume controlado	4 (22)	3 (23)	1 (20)	
PEEP (cmH ₂ O)	14 [10 - 18]	12 [10 - 15]	17 [13 - 18]	0,269
FiO ₂ (%)	100 [100 - 100]	100 [100 - 100]	100 [100 - 100]	0,288
Volume corrente (mL/kg)	4 [4 - 6]	5 [4 - 6]	3 [3 - 4]	< 0,001
Frequência respiratória (ipm)	28 [25 - 35]	28 [25 - 35]	28 [28 - 35]	0,723
Pressão de platô (cmH ₂ O)	33 [30 - 35]	34 [30 - 35]	32 [31 - 35]	0,960
Gasometria				
pH	7,27 [7,08 - 7,35]	7,27 [7,09 - 7,35]	7,10 [7,00 - 7,34]	0,622
PaO ₂ (mmHg)	54 [38 - 60]	58 [39 - 65]	50 [45 - 60]	0,882
PaCO ₂ (mmHg)	61 [46 - 90]	53 [42 - 80]	90 [49 - 90]	0,429
SBE (mEq/L)	1,5 [-2,5 - 4,8]	1,0 [-3,0 - 6,0]	2,0 [0,0 - 4,0]	0,805
Lactato (mEq/L)	2,7 [2,2 - 3;9]	2,7 [2,2 - 3,3]	2,7 [2,7 - 4,4]	0,692
Relação P/F (mmHg)	55 [39 - 60]	60 [39 - 65]	50 [45 - 60]	0,657
Manobras de resgate				
Recrutamento alveolar	15 (84)	10 (77)	5 (100)	0,638
Óxido nítrico	2 (11)	0 (0)	2 (40)	0,114
Posição prona	12 (67)	7 (54)	5 (100)	0,193
Curarização	15 (84)	10 (77)	5 (100)	0,638
TGI	2 (11)	0 (0)	2 (40)	1,000
Corticosteroides	12 (67)	8 (62)	4 (40)	0,852
Suporte hemodinâmico				
Noradrenalina	16 (89)	12 (92)	4 (80)	1,000
Vasopressina	4 (22)	1 (8)	3 (60)	0,078
Adrenalina	3 (17)	1 (8)	2 (40)	1,000
Dobutamina	3 (17)	3 (23)	0 (0)	0,638

UTI - unidade de terapia intensiva; RESP score - *Respiratory ECMO Survival Prediction Score*; SAVE score - *Survival After Venous-Arterial-ECMO Score*; PEEP - pressão positiva expiratória final; FiO₂ - fração inspirada de oxigênio; PaO₂ - pressão parcial de oxigênio; PaCO₂ - pressão parcial de dióxido de carbono; SBE - *standard base excess*; Relação P/F - relação PaO₂/FiO₂; TGI - *tracheal gas insufflation*. * Valor de comparação entre sobreviventes e não sobreviventes. Resultados expressos como mediana [interquartil 25 - 75] ou número (%).

Tabela 3 - Características das missões e transportes

Características	Todos pacientes (n = 18)	Sobreviventes (n = 13)	Não sobreviventes (n = 5)	Valor de p*
Hospital de origem				
Público	13 (72)	9 (69)	4 (80)	0,057
Privado	5 (28)	4 (31)	1 (20)	
Hospital referenciado				
Público	14 (78)	10 (77)	4 (80)	1,000
Privado	4 (22)	3 (23)	1 (20)	
Tempo de missão (minutos)	360 [308 - 431]	360 [300 - 420]	420 [345 - 435]	0,520
Distância transportada (km)	39 [15 - 82]	40 [12 - 90]	37 [23 - 40]	1,000
Profissionais envolvidos				
Enfermeiros (n/missão)	1 [0 - 2]	1 [0 - 2]	1 [1 - 2]	0,675
Médicos (n/missão)	3 [2 - 3]	3 [2 - 3]	2 [2 - 3]	0,437
Fisioterapeutas (n/missão)	1 [0 - 1]	1 [0 - 1]	1 [0 - 1]	1,000
Veículo de transporte				
Ambulância	17 (94)	12 (92)	5 (100)	1,000
Helicóptero	1 (6)	1 (8)	0 (0)	
Intercorrências				
Energia elétrica insuficiente	2 (11)	1 (8)	1 (20)	1,000
SpO ₂ < 70%	2 (11)	2 (16)	0 (0)	0,890
SpO ₂ < 85%	4 (22)	2 (16)	2 (40)	0,900
Piora hemodinâmica	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1,000
Temperatura < 35°C	1 (6)	1 (8)	0 (0)	0,900

SpO₂ - saturação de oxigênio do sangue. * Valor de comparação entre sobreviventes e não sobreviventes. Resultados expressos como número (%) ou mediana [interquartil 25 - 75].

a utilização da bomba manual em um paciente e com o desligamento do giroflex em outro paciente, sendo que o inversor de potência da ambulância ficou dedicado ao funcionamento da bomba; (2) as quedas de saturação < 85% e > 70% foram apenas observadas. As quedas < 70%, ocorridas em um paciente, foram apenas observadas, pela gravidade da lesão pulmonar e pelo já alto fluxo de sangue; em outro paciente, o fluxo de sangue foi elevado. Na fase aguda do suporte respiratório, hipoxemias graves por vezes estão presentes e precisam ser toleradas⁽³²⁾ e, provavelmente, não têm impacto direto no desfecho de sobrevida e cognitivo, apesar de marcarem a gravidade do paciente.⁽³³⁾

Esta casuística não traz novidades para a comunidade internacional, mas é a primeira série de casos brasileira de pacientes transportados em ECMO. Este estudo deve, contudo, ser visto com cautela. A amostra é pequena e não foi possível realizar análises multivariadas; os resultados

das análises são apenas exploratórios e não devem ser utilizados para mudar a conduta à beira do leito; a generalização dos resultados encontrados para outros centros deve ser vista com cuidado, pois nosso movimento de suportes ao ano é baixo (5 - 10/ano); e restringimos as indicações a um subgrupo bem pequeno de pacientes.

Por fim, ressaltamos que, embora a ECMO possa ser uma terapia eficaz e aparentemente custo-efetiva, os resultados desta série de casos corroboram que a efetividade pode ser às custas de indicação restrita, provisão de cuidados intensivos de qualidade para evitar complicações durante a internação, e treinamento continuado de toda a equipe envolvida no cuidado do paciente, para lidar com as complicações potencialmente fatais, que podem ocorrer enquanto o paciente está em ECMO. Em nossa visão, isso só poderia ser realizado em poucos centros, de modo a manter a custo-efetividade da terapia.

Tabela 4 - Suporte e complicações dos pacientes na unidade de terapia intensiva

Características	Todos pacientes (n = 18)	Sobreviventes (n = 13)	Não sobreviventes (n = 5)	Valor de p*
Canulação				
Venovenosa	17 (94)	12 (92)	5 (100)	1,000
Venoarterial	1 (6)	1 (8)	0 (0)	
Ajustes iniciais da ECMO				
Fluxo sangue (mL/minuto)	4725 [4.300 - 5.498]	4500 [4.300 - 5.400]	5000 [4.300 - 6.400]	0,521
Fluxo de <i>sweep</i> (L/minuto)	6,0 [4,0 - 8,0]	4,5 [4,0 - 8,0]	6,0 [6,0 - 10,0]	0,136
FiO ₂ (%)	100 [100 - 100]	100 [100 - 100]	100 [100 - 100]	1,000
Ajustes iniciais do ventilador				
Modalidade PSV	3 (17)	3 (23)	0 (0)	0,372
Modalidade PCV	14 (78)	9 (69)	5 (100)	
Modalidade APRV	1 (6)	1 (8)	0 (0)	
Volume corrente (mL/kg)	2,1 [0,89 - 2,71]	2,33 [0,80 - 2,93]	0,95 [0,91 - 2,20]	0,460
PEEP (cmH ₂ O)	10 [10 - 10]	10 [10 - 10]	10 [10 - 12]	0,105
Pressão de platô (cmH ₂ O)	20 [20 - 20]	20 [20 - 20]	20 [20 - 25]	0,088
FiO ₂ (%)	30 [30 - 38]	30 [30 - 30]	30 [30 - 60]	0,736
Frequência respiratória (Insp./min.)	10 [10 - 10]	10 [10 - 10]	10 [10 - 10]	0,543
Gasometria pós-ECMO				
pH	7,39 [7,37 - 7,44]	7,39 [7,36 - 7,40]	7,46 [7,40 - 7,51]	0,080
PaO ₂ (mmHg)	61 [52 - 68]	62 [52 - 68]	53 [49 - 65]	0,375
PaCO ₂ (mmHg)	38 [36 - 42]	40 [36 - 44]	36 [33 - 36]	0,048
SBE (mEq/L)	1,3 [-0,6 - 4,2]	1,0 [-0,5 - 4,0]	1,6 [-3,4 - 8,4]	0,921
PaO ₂ < 40mmHg em ECMO [#]	5 (28)	3 (23)	2 (40)	0,896
Hemoculturas positivas na admissão				
<i>Candida sp.</i>	3 (17)	2 (15)	1 (20)	1,000
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2 (11)	1 (8)	1 (20)	0,490
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	1 (6)	0 (0)	1 (20)	0,278
<i>Proteus mirabilis</i>	1 (6)	1 (8)	0 (0)	1,000
Terapia substitutiva renal				
Contínua	10 (56)	7 (54)	3 (60)	1,000
Intermitente	6 (33)	6 (46)	0 (0)	0,192
Não utilizaram	8 (44)	6 (46)	2 (40)	1,000
Infecções nosocomiais adquiridas após chegada ao hospital de referência				
PAV	1 (6)	1 (8)	0 (0)	0,900
ITU	1 (6)	0 (0)	1 (20)	0,278
Infecção de cateter	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1,000

ECMO - oxigenação por membrana extracorpórea; FiO₂ - fração inspirada de oxigênio; PSV - *pressure support ventilation*; PCV - *pressure controlled ventilation*; APRV - *Airway Pressure Release Ventilation*; PEEP - pressão positiva expiratória final; PaO₂ - pressão parcial de oxigênio; PaCO₂ - pressão parcial de dióxido de carbono; SBE - *standard base excess*; PAV - pneumonia associada à ventilação mecânica; ITU - infecção do trato urinário. * Valor de comparação entre sobreviventes e não sobreviventes; # persistente por mais de 6 horas. Resultados expressos como número (%) ou mediana [interquartil 25 - 75].

Tabela 5 - Resultados dos transportes

Características	Todos pacientes (n = 18)	Sobreviventes (n = 13)	Não sobreviventes (n = 5)	Valor de p*
Alta hospitalar	13 (72)	13 (100)	0 (0)	---
Alta da UTI	13 (72)	13 (100)	0 (0)	---
Desmamados da ECMO	15 (84)	13 (100)	2 (40)	---
Desmamados da VM	13 (72)	13 (100)	0 (0)	---
Traqueostomizados	5 (28)	5 (38)	0 (0)	---
Tempo de ECMO (dias)	6 [4 - 9]	5 [4 - 9]	6 [3 - 10]	1,000
Tempo de VM (dias)	7 [6 - 18]	7 [6 - 12]	6 [5 - 20]	0,580
Tempo de UTI (dias)	15 [10 - 21]	16 [12 - 21]	6 [3 - 20]	0,289
Tempo de hospital (dias)	25 [14 - 50]	28 [24 - 50]	6 [3 - 20]	0,084
Alta com dependência de oxigênio	0 (0)	0 (0)	0 (0)	---
Alta com necessidade de diálise	1 (6)	1 (8)	0 (0)	---
Causas de morte				
Morte encefálica ^{††}	---	---	2 (40)	---
Disfunção de múltiplos órgãos	---	---	2 (40)	---
Fibrose pulmonar irreversível [‡]	---	---	1 (20)	---

UTI - unidade de terapia intensiva; ECMO - oxigenação por membrana extracorpórea; VM - ventilação mecânica. * Valor de comparação entre sobreviventes e não sobreviventes; [†] pacientes com retirada do suporte; ^{††} um paciente com hemorragia cerebral extensa e outro com isquemia difusa e sangramento secundário; [‡] fibrose irreversível caracterizada pela ausência total de arcabouço vascular na biópsia de lígula a céu aberto após 60 dias de suporte com oxigenação por membrana extracorpórea e sem sinais de melhora. Resultados expressos como número (%) ou mediana [interquartil 25 - 75].

CONCLUSÕES

O transporte de pacientes graves com suporte predominantemente respiratório extracorpóreo em um estado brasileiro foi viável e, a despeito da pequena amostra, sem intercorrências maiores. A sobrevida hospitalar dos pacientes pode ser igualada à média da literatura.

AGRADECIMENTOS

Somos gratos à Fundação Faculdade de Medicina e à Diretoria Executiva do Hospital das Clínicas de São Paulo pelo financiamento do material descartável usado no suporte extracorpóreo.

ABSTRACT

Objective: To characterize the transport of severely ill patients with extracorporeal respiratory or cardiovascular support.

Methods: A series of 18 patients in the state of São Paulo, Brazil is described. All patients were consecutively evaluated by a multidisciplinary team at the hospital of origin. The patients were rescued, and extracorporeal membrane oxygenation support was provided on site. The patients were then transported to referral hospitals for extracorporeal membrane oxygenation support. Data were retrieved from a prospectively collected database.

Results: From 2011 to 2017, 18 patients aged 29 (25 - 31) years with a SAPS 3 of 84 (68 - 92) and main primary diagnosis of leptospirosis and influenza A (H1N1) virus were transported to three referral hospitals in São Paulo. A median distance of 39 (15 - 82) km was traveled on each rescue mission during a period

of 360 (308 - 431) min. A median of one (0 - 2) nurse, three (2 - 3) physicians, and one (0 - 1) physical therapist was present per rescue. Seventeen rescues were made by ambulance, and one rescue was made by helicopter. The observed complications were interruption in the energy supply to the pump in two cases (11%) and oxygen saturation < 70% in two cases. Thirteen patients (72%) survived and were discharged from the hospital. Among the nonsurvivors, there were two cases of brain death, two cases of multiple organ dysfunction syndrome, and one case of irreversible pulmonary fibrosis.

Conclusions: Transportation with extracorporeal support occurred without serious complications, and the hospital survival rate was high.

Keywords: Artificial, respiration; Respiratory insufficiency; Extracorporeal membrane oxygenation; Transportation of patients; Critical illness; Intensive care units

REFERÊNCIAS

1. Extracorporeal Life Support Organization. ECLS Registry Report. International Summary. January 2018. Available from: <https://www.else.org/Registry/Statistics/InternationalSummary.aspx>.
2. Australia and New Zealand Extracorporeal Membrane Oxygenation (ANZ ECMO) Influenza Investigators, 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.
3. Pham T, Combes A, Rozé H, Chevret S, Mercat A, Roch A, Mourvillier B, Ara-Somohano C, Bastien O, Zogheib E, Clavel M, Constan A, Marie Richard JC, Brun-Buisson C, Brochard L; REVA Research Network. Extracorporeal membrane oxygenation for pandemic Influenza A(H1N1) induced acute respiratory distress syndrome. A cohort study and propensity-matched analysis. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013;187(3):276-85.
4. Noah MA, Peek GJ, Finney SJ, Griffiths MJ, Harrison DA, Grieve R, et al. Referral to an extracorporeal membrane oxygenation center and mortality among patients with severe 2009 influenza A(H1N1). *JAMA*. 2011;306(15):1659-68.
5. Zapol WM, Snider MT, Hill JD, Fallat RJ, Bartlett RH, Edmunds LH, et al. Extracorporeal membrane oxygenation in severe acute respiratory failure. A randomized prospective study. *JAMA*. 1979;242(20):2193-6.
6. Morris AH, Wallace CJ, Menlove RL, Clemmer TP, Orme JF Jr, Weaver LK, et al. Randomized clinical trial of pressure-controlled inverse ratio ventilation and extracorporeal CO2 removal for adult respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 1994;149(2 Pt 1):295-305. Erratum in: *Am J Respir Crit Care Med*. 1994;149(3 Pt 1):838.
7. Toomasian JM, Schreiner RJ, Meyer DE, Schmidt ME, Hagan SE, Griffith GW, et al. A polymethylpentene fiber gas exchanger for long-term extracorporeal life support. *ASAIO J*. 2005;51(4):390-7. Erratum in *ASAIO J*. 2008;54(1):137.
8. Serpa Neto A, Schmidt M, Azevedo LC, Bein T, Brochard L, Beutler G, Combes A, Costa EL, Hodgson C, Lindskov C, Lubnow M, Lueck C, Michaels AJ, Paiva JA, Park M, Pesenti A, Pham T, Quintel M, Marco Ranieri V, Ried M, Roncon-Albuquerque R Jr, Slutsky AS, Takeda S, Terragni PP, Vejen M, Weber-Carstens S, Welte T, Gama de Abreu M, Pelosi P, Schultz MJ; REVA Research Network and the PROVE Network Investigators. Associations between ventilator settings during extracorporeal membrane oxygenation for refractory hypoxemia and outcome in patients with acute respiratory distress syndrome: a pooled individual patient data analysis: Mechanical ventilation during ECMO. *Intensive Care Med*. 2016;42(11):1672-84.
9. Peek GJ, Mugford M, Tiruvoipati R, Wilson A, Allen E, Thalanany MM, Hibbert CL, Truesdale A, Clemens F, Cooper N, Firmin RK, Elbourne D; CESAR trialcollaboration. 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. Erratum in *Lancet*. 2009;374(9698):1330.
10. Zampieri FG, Mendes PV, Ranzani OT, Taniguchi LU, Pontes Azevedo LC, Vieira Costa EL, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for severe respiratory failure in adult patients: a systematic review and meta-analysis of current evidence. *J Crit Care*. 2013;28(6):998-1005.
11. Machado FR. All in a day's work - Equity vs. Equality at a public ICU in Brazil. *N Engl J Med*. 2016;375(25):2420-1.
12. Schumacher RE, Roloff DW, Chapman R, Snedecor S, Bartlett RH. Extracorporeal membrane oxygenation in term newborns. A prospective cost-benefit analysis. *ASAIO J*. 1993;39(4):873-9.
13. Park M, Mendes PV, Zampieri FG, Azevedo LC, Costa EL, Antoniali F, Ribeiro GC, Caneo LF, da Cruz Neto LM, Carvalho CR, Trindade EM; ERICC research group; ECMO group Hospital Sírio Libanês and Hospital das Clínicas de São Paulo. The economic effect of extracorporeal membrane oxygenation to support adults with severe respiratory failure in Brazil: a hypothetical analysis. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2014;26(3):253-62.
14. 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.
15. Mendes PV, de Albuquerque Gallo C, Besen BAMP, Hirota AS, de Oliveira Nardi R, Dos Santos EV, et al. Transportation of patients on extracorporeal membrane oxygenation: a tertiary medical center experience and systematic review of the literature. *Ann Intensive Care*. 2017;7(1):14.
16. Harris PA, Taylor R, Thielke R, Payne J, Gonzalez N, Conde JG. Research electronic data capture (REDCap)--a metadata-driven methodology and workflow process for providing translational research informatics support. *J Biomed Inform*. 2009;42(2):377-81.
17. Azevedo LC, Park M, Costa EL, Santos EV, Hirota A, Taniguchi LU, Schettino Gde P, Amato MB, Carvalho CR; Extracorporeal Support Study Group. Extracorporeal membrane oxygenation in severe hypoxemia: time for reappraisal? *J Bras Pneumol*. 2012;38(1):7-12.
18. Romano TG, Mendes PV, Park M, Costa EL. Extracorporeal respiratory support in adult patients. *J Bras Pneumol*. 2017;43(1):60-70.
19. Park M, Costa EL, Azevedo LC, Afonso Junior JE, Samano MN, Carvalho CR; ECMO Group. Extracorporeal membrane oxygenation as a bridge to pulmonary transplantation in Brazil: are we ready to embark upon this new age? *Clinics (Sao Paulo)*. 2011;66(9):1659-61.
20. Mendes PV, Moura E, Barbosa EV, Hirota AS, Scordamaglio PR, Ajar FM, Costa EL, Azevedo LC, Park M; ECMO Group. Challenges in patients supported with extracorporeal membrane oxygenation in Brazil. *Clinics (Sao Paulo)*. 2012;67(12):1511-5.
21. Cunningham A, Fryers P, Abbas J, Flowers J, Stockton D. Technical Briefing 3: Commonly Used Public Health Statistics and their Confidence Intervals Public Health England Webpage2008 [Available from: <http://www.apho.org.uk/resource/item.aspx?RID=48457>].
22. R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Viena, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2009.
23. Bellani G, Laffey JG, Pham T, Fan E, Brochard L, Esteban A, Gattinoni L, van Haren F, Larsson A, McAuley DF, Ranieri M, Rubinfeld G, Thompson BT, Wrigge H, Slutsky AS, Pesenti A; LUNG SAFE Investigators; ESICM Trials Group. Epidemiology, patterns of care, and mortality for patients with acute respiratory distress syndrome in intensive care units in 50 countries. *JAMA*. 2016;315(8):788-800.
24. Zampieri FG, Mendes PV, Ranzani OT, Taniguchi LU, Pontes Azevedo LC, Vieira Costa EL, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for severe respiratory failure in adult patients: a systematic review and meta-analysis of current evidence. *J Crit Care*. 2013;28(6):998-1005.
25. Li X, Scales DC, Kavanagh BP. Unproven and expensive before proven and cheap - extracorporeal membrane oxygenation versus prone position in acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2018;197(8):991-3.
26. Mendes PV, Park M, Maciel AT, E Silva DP, Friedrich N, Barbosa EV, et al. Kinetics of arterial carbon dioxide during veno-venous extracorporeal membrane oxygenation support in an apnoeic porcine model. *Intensive Care Med*. 2016;4(1):1.
27. Mendes MS, Yeh-Li H, Romano TG, Santos EV, Hirota AS, Kono BM, Felício MF, Park M; Hospital das Clínicas de São Paulo ECMO group. Varicella associated acute respiratory distress syndrome in an adult patient: an example for extracorporeal respiratory support in Brazilian endemic diseases. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2014;26(4):410-5.

28. Nunes LB, Mendes PV, Hirota AS, Barbosa EV, Maciel AT, Schettino GP, Costa EL, Azevedo LC, Park M; ECMO Group. Severe hypoxemia during veno-venous extracorporeal membrane oxygenation: exploring the limits of extracorporeal respiratory support. *Clinics (Sao Paulo)*. 2014;69(3):173-8.
29. Schmidt M, Bailey M, Sheldrake J, Hodgson C, Aubron C, Rycus PT, et al. Predicting survival after extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory failure. The Respiratory Extracorporeal Membrane Oxygenation Survival Prediction (RESP) score. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014;189(11):1374-82.
30. Hilder M, Herbstreit F, Adamzik M, Beiderlinden M, Bürschen M, Peters J, et al. Comparison of mortality prediction models in acute respiratory distress syndrome undergoing extracorporeal membrane oxygenation and development of a novel prediction score: the PREDiction of Survival on ECMO Therapy-Score (PRESET-Score). *Crit Care*. 2017;21(1): 301.
31. Bembea MM, Lee R, Masten D, Kibler KK, Lehmann CU, Brady KM, et al. Magnitude of arterial carbon dioxide change at initiation of extracorporeal membrane oxygenation support is associated with survival. *J Extra Corpor Technol*. 2013;45(1):26-32.
32. Lindén V, Palmér K, Reinhard J, Westman R, Ehrén H, Granholm T, et al. High survival in adult patients with acute respiratory distress syndrome treated by extracorporeal membrane oxygenation, minimal sedation, and pressure supported ventilation. *Intensive Care Med*. 2000;26(11):1630-7.
33. Holzgraefe B, Andersson C, Kalzén H, von Bahr V, Mosskin M, Larsson EM, et al. Does permissive hypoxaemia during extracorporeal membrane oxygenation cause long-term neurological impairment? A study in patients with H1N1-induced severe respiratory failure. *Eur J Anaesthesiol*. 2017;34(2):98-103.