

Assistência Circulatória com Oxigenação por Membrana Extracorpórea (ECMO) no Adulto: um Conceito Falido ou Esquecido?

Adult Extracorporeal Life Support: a Failed or Forgotten Concept?

Alexandre Siciliano Colafranceschi, Andrey José de Oliveira Monteiro, Leonardo Secchin Canale, Luiz Antonio de Almeida Campos, Marcelo Westerlund Montera, Paulo Roberto Dutra da Silva, Marcelo Ramalho Fernandes, Alexandre de Araújo Pinto, Stelmar Moura Molas, Evandro Tinoco Mesquita

Hospital Pró-Cardíaco, Rio de Janeiro, RJ - Brasil

Resumo

Fundamento: A oxigenação por membrana extracorpórea (ECMO) em recém-nascidos e crianças tem resultados excelentes. A experiência em adultos é mais modesta e os resultados imediatos são inferiores. Entretanto, a sobrevida em cinco anos de pacientes que sobrevivem a esse método é bastante promissora. Não há relato na literatura brasileira de experiências com esse sistema nesse contexto.

Objetivo: Relatar a experiência com o uso da oxigenação por membrana extracorpórea no adulto que se apresenta em choque cardiogênico agudo e refratário.

Métodos: Análise retrospectiva de prontuários médicos de pacientes submetidos a implante do sistema de oxigenação por membrana extracorpórea para a assistência circulatória no choque cardiogênico agudo e refratário.

Resultados: Onze pacientes (63,5 anos; 45,5% homens) foram considerados para análise no período de 2005 a 2007. O tempo médio de suporte circulatório foi de 77 horas (10-240h) e cinco pacientes estavam vivos em 30 dias (45,5%). Dois pacientes foram subsequentemente submetidos a implante de assistência circulatória prolongada após um período de ressuscitação em ECMO, um dos quais foi submetido ao transplante cardíaco. As causas de morte durante a assistência com ECMO (seis pacientes) incluíram falência multiorgânica (66,6%) ou sangramento refratário (33,4%).

Conclusão: O sistema ECMO é uma opção de assistência circulatória temporária para pacientes adultos com falência cardíaca aguda refratária, podendo ser utilizado como ponte para a recuperação ou com o intuito de selecionar candidatos à assistência circulatória prolongada (ponte para a ponte). (Arq Bras Cardiol 2008;91(1):36-41)

Palavras-chave: Circulação extracorpórea com oxigenador de membrana, cirurgia torácica, parada cardíaca, falência de múltiplos órgãos, choque cardiogênico.

Summary

Background: The extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) has been used in the neonatal and childhood periods with excellent results. The adult experience has been modest with inferior immediate results. The intermediate survival, however, has been promising. We have been using the extracorporeal membrane oxygenation for temporary mechanical circulatory support of adults that present with acute refractory cardiogenic shock in our institution. There is no other published experience of the use of this system in this scenario in Brazil.

Objective: To describe our experience with the use of the extracorporeal membrane oxygenation for circulatory support in adults.

Methods: Retrospective analysis of the medical files of patients submitted to the implant of extracorporeal membrane oxygenation system for circulatory assistance in acute and refractory cardiogenic shock.

Results: Eleven patients (63,5yo; 45,5%male) were considered for analysis from 2005 to 2007. Median support time was 77 hours (10-240h) and 5 patients have survived 30 days (45,5%). Two patients were subsequently submitted to prolonged paracorporeal circulatory assistance. Mortality on ECMO (6 patients) was due to multiple organ failure (66,6%) and refractory bleeding (33,4%).

Conclusion: ECMO system is an option to be used in acute refractory cardiogenic shock as a bridge to recovery or selecting patients that might benefit from prolonged paracorporeal assist devices (bridge to bridge). (Arq Bras Cardiol 2008;91(1):34-38)

Key words: Extracorporeal membrane oxygenation; thoracic surgery; heart arrest; multiple organ failure/cardiogenic shock.

Full texts in English - <http://www.arquivosonline.com.br>

Correspondência: Alexandre Siciliano Colafranceschi •

Rua Dona Mariana, 143, sala A 12 - Botafogo - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

E-mail: acolafranceschi@hotmail.com

Artigo recebido em 03/07/07; revisado recebido em 15/09/07; aceito em 30/11/07.

Introdução

O sistema ECMO (oxigenação por membrana extracorpórea), que consiste basicamente em um conjunto de tubos, uma membrana de oxigenação artificial e uma bomba propulsora, se presta a dar assistência pulmonar, cardíaca ou cardiorrespiratória nesta última para falência cardíaca, pulmonar ou ambas. Trata-se de um circuito fechado de circulação extracorpórea em que o sangue desoxigenado e rico em gás carbônico é drenado do sistema venoso e impulsionado por uma bomba centrífuga através de uma membrana de oxigenação artificial, retornando oxigenado para o sistema arterial do corpo. O fluxo gerado é contínuo. O objetivo é manter a perfusão dos tecidos com sangue oxigenado enquanto se aguarda a recuperação do órgão primariamente acometido, coração, pulmões ou ambos. Esse conceito é denominado ponte para a recuperação. No caso de falência cardíaca, em particular, outro objetivo com a utilização do sistema ECMO pode ser o de ponte para outros dispositivos de assistência circulatória mais prolongada quando da não-recuperação da função cardíaca nativa. Com isso pode-se selecionar melhor os candidatos a assistência ventricular prolongada e otimizar custos.

O suporte de vida extracorpóreo em recém-nascidos e crianças tem sido relatado com resultados excelentes^{1,2}. A experiência com ECMO em adultos é mais modesta e os resultados imediatos são inferiores^{3,4}, sendo de utilização controversa quer na insuficiência respiratória ou no choque cardiogênico.

Pacientes que se apresentam em choque cardiogênico após infarto agudo do miocárdio, após cardiectomia ou depois de parada cardíaca, entre outros, apresentam altas taxas de mortalidade hospitalar. Mesmo que o fator etiológico primário seja abordado de forma terapêutica (exemplo: revascularização do miocárdio), a mortalidade hospitalar é inalterada. A ressuscitação inicial com ECMO pode melhorar as taxas de mortalidade hospitalar nesse contexto.

O objetivo deste artigo é relatar a experiência com a utilização da ECMO para o suporte cardiopulmonar de pacientes adultos em falência cardíaca primária, aguda e refratária.

Métodos

A casuística foi iniciada em março de 2005, depois de satisfeitos os requisitos mínimos de treinamento e educação continuada de especialistas em ECMO⁵ e os requerimentos institucionais necessários para a utilização eficaz desse método⁶ de acordo com a organização de suporte de vida extracorpóreo (ELSO).

De março de 2005 a junho de 2007, 11 pacientes adultos foram avaliados para assistência circulatória mecânica e colocados em suporte de vida extracorpóreo com o sistema ECMO em razão da insuficiência cardíaca aguda refratária.

Os critérios para o implante da assistência mecânica incluíram:

- 1) Choque cardiogênico refratário a pelo menos dois fármacos inotrópicos positivos endovenosos com ou sem o uso de balão intra-aórtico.
- 2) Parada cardiorrespiratória (PCR).

Poucos pacientes apresentavam controle hemodinâmico invasivo no momento da avaliação inicial e, portanto, dados de pressões de enchimento ventriculares e índice cardíaco não foram utilizados para a tomada de decisão relativa ao implante da ECMO. Em contrapartida, todos os pacientes submetidos ao implante da ECMO tiveram sua condução clínica e o manuseio hemodinâmico auxiliados pela mensuração das pressões intracavitárias obtidas com o cateter de artéria pulmonar.

Pacientes com idade superior a 75 anos, com insuficiência cardíaca crônica avançada, disfunção orgânica outra que não renal, suspeita ou diagnóstico de sepse ou com disfunção da crase sangüínea não foram considerados para essa modalidade terapêutica.

Pacientes que se apresentaram inicialmente como ineleáveis ao transplante cardíaco tiveram o sistema ECMO instalado caso fosse antecipada probabilidade de recuperação da função ventricular como em pacientes com choque cardiogênico após cardiectomia ou que apresentaram parada cardíaca refratária sem causa definida ou de causa tratável.

Dispositivo

O circuito para a assistência de vida extracorpórea consiste em membrana de oxigenação (Jostra Quadrox D, Maquet – NJ, EUA), bomba centrífuga (Jostra Rotaflow, Maquet – NJ, EUA), tubos revestidos de silicone com ou sem hemofiltro adaptado ao circuito, misturador de ar e oxigênio e uma bomba trocadora de calor.

Vias de introdução das cânulas

A via de eleição utilizada para a perfusão arterial foi obtida por punção ou dissecação de uma das artérias femoral ou axilar, ou ainda, pela introdução da cânula na aorta ascendente. A cânula de drenagem venosa foi posicionada no interior do átrio direito por acesso direto, ou através de uma das veias femorais. Os sítios de introdução da cânula arterial e venosa foram estabelecidos na dependência da indicação do uso da assistência, da urgência em se restabelecer a circulação sangüínea, do local onde o paciente se encontrava dentro da instituição (sala de emergência, laboratório de hemodinâmica, unidade de terapia intensiva ou centro cirúrgico), além das características individuais de cada paciente.

Pacientes em choque cardiogênico após cardiectomia tiveram preferencialmente o sítio de introdução das cânulas por acesso cirúrgico aos vasos centrais, esses utilizados durante a circulação extracorpórea convencional, enquanto pacientes em parada cardíaca tiveram a circulação extracorpórea estabelecida, preferencialmente, por meio da introdução das cânulas nos vasos femorais, axilar ou ambos.

Anticoagulação

Pacientes com falência cardíaca após cardiectomia tiveram a heparina antagonizada com 75% da dosagem de protamina administrada, ou seja, 75 U.I. de heparina para cada 1 mg de protamina. A heparina era administrada após o controle do sangramento mediastinal, no momento em que se obtinha drenagem mediastinal inferior a 75 ml/h por 3 horas. O objetivo era a manutenção do PTTa (tempo

parcial de tromboplastina ativado) entre 45 e 65 segundos, levando-se em consideração o fluxo administrado e outras características clínicas de cada paciente. Todos os outros pacientes receberam heparina não-fractionada endovenosa antes do implante das cânulas (100 U.I./Kg).

Durante a assistência circulatória, todos os pacientes receberam a heparina não-fractionada. Apesar de inicialmente se utilizar o tempo de coagulação ativado (TCA) para guiar o grau de anticoagulação, deu-se preferência ao ajuste da anticoagulação com a heparina não-fractionada por meio do tempo de tromboplastina parcial (PTT) realizado a cada 4 horas. Além disso, foi utilizado pelo menos um tromboelastograma com heparinase diariamente para a avaliação da crase sangüínea.

Manuseio dos pacientes

Em geral, os pacientes foram ventilados em modo bi-vent, com fração inspirada de oxigênio de 40% ou menos. A frequência respiratória foi pré-fixada a 8-10 ciclos/min com volume corrente de 8-10 ml/kg e pressão positiva ao final da expiração inferior a 8 cmH₂O. Os parâmetros do ventilador foram definidos para impedir picos de pressão nas vias aéreas superiores a 35 cmH₂O. Os parâmetros ventilatórios eram alterados para otimização da gasometria arterial.

Um misturador de ar e oxigênio foi usado para a ventilação do oxigenador de membrana. Os fluxos de sangue da bomba centrífuga e de ar do oxigenador de membrana foram mantidos na razão 1:1 para garantir função eficiente do oxigenador.

Baixa dosagem de fármacos inotrópicos foi utilizada para manter a contratilidade ventricular e otimizar a descompressão ventricular, além de impedir estase sangüínea intracavitária com formação de trombos.

A maioria dos pacientes recebeu, concomitantemente, o implante de balão intra-aórtico na tentativa de reduzir a pós-carga ventricular esquerda, otimizar a perfusão coronariana e adicionar pulsatilidade à circulação.

Todos os pacientes foram controlados com cateter de artéria pulmonar e saturação venosa central de oxigênio contínua e ecocardiografia seriada. Nove dos 11 pacientes foram controlados com eletroencefalografia contínua durante a assistência circulatória.

Desmame da assistência mecânica

A função ventricular foi avaliada à beira do leito clínica, hemodinâmica e ecocardiograficamente. A visualização direta e subjetiva do coração, em pacientes que foram mantidos em esternotomia, também foi utilizada. Tentativas formais de desmame foram iniciadas após, pelo menos, 24 horas de suporte em ECMO. Durante as tentativas de desmame, reduziu-se progressivamente o fluxo da bomba centrífuga para avaliar a ejeção ventricular. Fluxos inferiores a 1l/min foram permitidos por intervalos curtos de tempo (inferiores a 2 minutos). Nessas tentativas, utilizaram-se TCA entre 200 e 220 segundos e PTTa entre 65 e 90 segundos. Além disso, fármacos inotrópicos endovenosos e de vasodilatadores pulmonares, como o óxido nítrico e o sildenafil, foram

adicionados conforme a necessidade. Os parâmetros de ventilação mecânica foram ajustados e a manutenção do hematócrito superior a 30% foi considerada para todos os pacientes.

Com a melhora progressiva da função cardíaca, reduzia-se o fluxo da bomba centrífuga progressivamente. O sistema de ECMO era retirado quando se conseguisse índice cardíaco nativo superior a 2,2l/min/m² com pressões de enchimento ventriculares otimizadas, durante os testes de desmame.

Coleta de dados e análise estatística

Dados foram coletados retrospectivamente, por revisão de prontuários médicos e a análise estatística foi puramente descritiva.

Resultados

As características demográficas de todos os pacientes estão demonstradas na tabela 1.

A idade média dos pacientes foi de 63,5 anos (45,5% homens). A etiologia da insuficiência cardíaca foi isquêmica em 63,6%, não-isquêmica em 18,2%, e impossibilidade de desconexão de circulação extracorpórea após cardiectomia em 18,2%. No total, 18,2% dos pacientes estavam em parada cardiorrespiratória (PCR) e 36,4% tiveram PCR nos 60 minutos que antecederam o implante da assistência mecânica. O tempo necessário para a instituição do suporte circulatório desde o início das manobras de ressuscitação cardiorrespiratória nos dois pacientes em PCR foi de 30 e 45 minutos, respectivamente. Ambos foram atendidos no laboratório de hemodinâmica e o segundo paciente teve a introdução das cânulas por meio de esternotomia, realizada pela impossibilidade de acesso cirúrgico aos vasos periféricos. Setenta e três por cento dos pacientes apresentavam choque cardiogênico pós-IAM, e 63% encontravam-se num contexto pós-operatório de cirurgia cardíaca.

Tabela 1 – Dados demográficos e variáveis pré-operatórias

Variáveis	n = 11
Idade (anos; m ± SD)	63,5 ± 12
Peso (kg; m ± SD)	72 ± 16
Altura (cm; m ± SD)	163 ± 14
Sexo	n (%)
Masculino	5 (45,5%)
Feminino	6 (54,5%)
Etiologia	n (%)
Isquêmica	7 (63,6%)
Não-isquêmica	2 (18,2%)
Pós-cardiectomia	2 (18,2%)
PCR	n (%)
Presente	6 (54,5%)
Ausente	5

m - média; SD - desvio padrão; kg - quilogramas; cm - centímetros; n - número de pacientes; PCR - parada cardiorrespiratória.

A duração média de suporte foi de 77 horas (de 10 a 240 horas). Nesse período, as principais complicações estiveram relacionadas a sangramento e disfunção orgânica, conforme tabela 2. Nove dos 11 pacientes foram controlados com eletroencefalografia contínua que não evidenciou eventos neurológicos novos durante a assistência. No total, três dos 11 (27,2%) pacientes tiveram a recuperação da função cardíaca que permitisse a retirada do sistema ECMO, dois outros (18%) foram submetidos ao implante de dispositivo de assistência ventricular esquerda pára-corpórea prolongada e esses cinco pacientes, 45,4%, sobreviveram por pelo menos 30 dias. Dois pacientes sobreviveram à alta hospitalar, um dos quais foi submetido ao transplante cardíaco após assistência ventricular esquerda prolongada. Houve seis óbitos (54,5%) durante o período de assistência. As causas de morte incluíram sangramento operatório refratário em dois pacientes e falência multiorgânica em quatro (tab. 3).

Discussão

A assistência circulatória mecânica ao coração agudamente insuficiente é um componente integrante do programa de insuficiência cardíaca institucionalizado e multidisciplinar.

As indicações para a assistência mecânica ao coração incluem assistência cardíaca crônica e ponte para a recuperação, ponte para o transplante cardíaco, assistência de curta duração ao choque cardiogênico após cardiectomia,

assistência temporária a procedimentos percutâneos de alto risco e ressuscitação cardíaca de emergência na parada cardiorrespiratória. Além dessas, o cirurgião cardíaco pode ser acionado, ainda, para o implante de suporte circulatório em cenários que incluam embolia pulmonar, hipotermia e trauma, dentre outros.

A utilização do suporte circulatório mecânico para assistência cardíaca temporária e de curta duração é necessária para o manuseio da insuficiência cardíaca aguda, em diversas situações clínicas diferentes. A avaliação dos dispositivos de assistência mecânica nesse cenário é difícil em razão da instabilidade clínica dos pacientes antes do implante dos dispositivos e da acuidade dessa parcela de pacientes. Ao contrário da maior parte dos pacientes candidatos a transplante que se tornam elegíveis para a assistência mecânica crônica (ponte para o transplante), a assistência de curta duração normalmente se apresenta com grande carga de co-morbidades e insulto isquêmico a órgãos vitais, além da instabilidade hemodinâmica. Determinar segurança e eficácia dos dispositivos para a assistência mecânica temporária nessa população complexa de pacientes não é um processo fácil.

A estratégia ideal para a assistência de curta duração deve combinar baixo custo, adaptabilidade a diversas aplicações e requisitos individuais de cada cenário clínico, além de facilidade e rapidez de implementação. O sistema ECMO e a logística para sua implementação têm demonstrado preencher tais critérios nessa experiência inicial.

Em pacientes adultos, a utilização da ECMO para assistência circulatória tem muitas limitações. Uma das principais preocupações é que a descompressão ventricular esquerda não seja adequada, resultando em hipertensão pulmonar, edema e hemorragia⁷. A esse respeito, o controle das pressões de enchimento ventricular com o cateter de artéria pulmonar é fundamental para o manuseio desses pacientes. Para acessar esse problema, no entanto, utiliza-se o balão intra-aórtico, concomitantemente à ECMO, além de baixas doses de fármacos inotrópicos positivos na tentativa de reduzir a pós-carga ventricular e facilitar a ejeção ventricular. O uso do ecocardiograma transesofágico ou a passagem da sonda do eco através de dreno mediastinal especificamente desenhado para esse fim pode guiar a terapia para a descompressão ventricular de pacientes que mantêm hipertensão pulmonar após a instituição da ECMO. A manutenção de hipertensão pulmonar a despeito da instituição das manobras supracitadas deve requerer intervenção cirúrgica para descompressão ventricular esquerda.

Nessa casuística, seis dos 11 pacientes (54,5%) apresentavam idade superior a 70 anos e alguns autores consideram a idade no momento de indicar ou contra-indicar esse procedimento. A péssima sobrevida de pacientes idosos não deve justificar essa terapia, sobretudo se já há falência renal ou hepática pré-ECMO ou se existe dano neurológico pós-ECMO⁴. Nesse grupo de pacientes, a ECMO não deve ser promovida. Entretanto, se a ECMO for instituída, e uma melhora clínica não for rapidamente observada, o término precoce da assistência deve ser defendido.

Smedira e cols.⁴ relatam, numa casuística de 202 adultos submetidos a assistência circulatória com ECMO, uma

Tabela 2 – Complicações durante a assistência com ECMO

	n = 11
Duração da ECMO	77±74 horas
Poli transfusão	3 (27%)
Tromboembolismo	0
Troca membrana oxigenação	0
Isquemia de membro	1/4 (25%)
Hemodiálise per-ECMO	8 (72,7%)

n - número de pacientes.

Tabela 3 – Desfechos

	n = 11 n (%)
Desmame	3 (27,2%)
Alta hospitalar	1
Trombocitopenia induzida por heparina (óbito)	1
AVC (óbito)	1
Ponte para assistência prolongada	2 (18,2%)
Transplante	1
Infarto-êntero-mesentérico (óbito)	1
Óbito em ECMO	6 (54,6%)
Disfunção multiorgânica	4
Sangramento	2

n - número de pacientes.

taxa de sobrevida em 30 dias de 38%. A necessidade de hemodiálise foi de 40%. Na casuística aqui relatada, 45,4% dos pacientes estavam vivos em 30 dias, e 72,7% dos pacientes necessitaram hemodiálise durante a assistência. Dois dos oito pacientes que necessitaram de hemodiálise, entretanto, já se apresentavam em terapia de substituição renal quando da implementação da ECMO. A seleção de pacientes está intimamente relacionada aos resultados obtidos com a assistência. A disfunção renal é uma das variáveis que mais negativamente afetam o desmame do sistema e a sobrevida⁸.

O choque cardiogênico após infarto agudo do miocárdio (IAM) apresenta índices de mortalidade que variam de 55% a 81% em 30 dias^{9,10}, se conduzidos sob tratamento clínico otimizado. Nesse contexto, a revascularização do miocárdio, apesar de melhorar a taxa de sobrevida dos pacientes em seis meses, não é capaz de alterar a mortalidade hospitalar desses⁹. Na casuística aqui discutida, a maior parte dos adultos relatados apresentava-se num contexto de choque cardiogênico após IAM. Apesar de todos os pacientes com coronariopatia obstrutiva terem sido submetidos a revascularização do miocárdio (percutânea ou cirúrgica) durante a assistência com ECMO, a estratégia mais agressiva, que combina a assistência circulatória como ponte para a recuperação ou para o transplante, tem sido associada a melhores taxas de mortalidade hospitalar¹⁰.

A estratégia de utilização adicional do controle da anticoagulação por meio da tromboelastografia com heparinase¹¹ pode estar relacionada ao melhor controle da crise sangüínea desses pacientes, mas estudos controlados fazem-se necessários. Nessa casuística, em que a maioria dos pacientes foi controlada com eletroencefalografia contínua, não se identificaram eventos cerebrais novos durante o período de ECMO. Também não foi observada trombose de bomba ou circuito nem houve necessidade de troca de membrana de oxigenação em nenhum paciente.

Apesar de a ECMO promover rápida ressuscitação, resolução da injúria orgânica e oferecer tempo para avaliação pré-transplante cardíaco, os dispositivos de assistência ventricular permitem a assistência circulatória prolongada, de baixo risco além de reabilitação. Pacientes que não sobrevivem ao período inicial com ECMO não sobreviveriam aos dispositivos de assistência ventricular, e a estratégia de utilização da ECMO como “ponte para a ponte” é capaz de otimizar a utilização de recursos e melhorar os resultados do suporte prolongado⁷.

O sistema ECMO é capaz de prover suporte cardiopulmonar e adequado fluxo sangüíneo aos órgãos; entretanto,

complicações relacionadas direta ou indiretamente a essa modalidade de suporte circulatório ainda são consideráveis e impedem a melhoria dos resultados se dispositivos de mais longa permanência não estiverem disponíveis (ponte para ponte), sobretudo para a parcela de pacientes mais jovens (candidatos a transplante), o que justifica uma maior agressividade de manuseio clínico. A sobrevida após ECMO e as taxas de desmame do sistema têm se mantidas estáticas ao longo da última década. O avanço mais significativo tem sido visto em centros transplantadores e de assistência circulatória, onde candidatos a transplante recebem dispositivos de mais longa duração após a ECMO (ponte para ponte)¹². Para a excelência de resultados, entretanto, além de investimentos em qualificação de recursos humanos, uma gama de diferentes opções de dispositivos deve estar disponível para atender às diversas requisições que essa população de pacientes agudamente enfermos requer.

Conclusão

O sistema ECMO é uma opção para a assistência circulatória temporária de pacientes adultos com falência cardíaca aguda refratária, podendo ser utilizado como ponte para a recuperação ou com o intuito de selecionar candidatos à assistência circulatória prolongada (ponte para a ponte). O treinamento de equipe multidisciplinar, a disponibilização de nova tecnologia e refinamentos nos métodos serão necessários para a melhoria dos resultados.

Limitações

Esta é uma análise retrospectiva, de uma única instituição, com um pequeno número de pacientes. O manuseio dos pacientes e os protocolos utilizados foram modificados durante o tempo do estudo.

Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Vinculação Acadêmica

Não há vinculação deste estudo a programas de pós-graduação.

Referências

1. Bartlett RH, Roloff DW, Custer JR, Younger JC, Hirschl RB. Extracorporeal life support: the University of Michigan experience. *JAMA*. 2000; 283: 904-8.
2. Magovern GJ Jr, Simpson KA. Extracorporeal membrane oxygenation for adult cardiac support: the Allegheny experience. *Ann Thorac Surg*. 1999; 68: 655-61.
3. Conrad SA, Rycus PT, Dalton H. Extracorporeal Life Support Registry Report 2004. *ASAIO J*. 2005; 51: 4-10.
4. Smedira NG, Moazami N, Golding CM, McCarthy PM, Blackstone EH, Cosgrove DM. Clinical experience with 202 adults receiving extracorporeal membrane oxygenation for cardiac failure: survival at five years. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2001; 122: 92-102.

5. ELSO guidelines for training and continuing education of ECMO specialist. [acesso em 2007 mai 10]. Disponível em <http://www.else.med.umich.edu/WordForms/ELSO%20Guidelines-Specialist%202-05.pdf>
6. ELSO guidelines for ECMO centers. [acesso em 2007 maio 10]. Disponível em: <http://www.else.med.umich.edu/WordForms/ELSO%20Guidelines-Center%202-05.pdf>
7. Pagani FD, Lynch W, Swaniker F, Dyke DB, Barlett R, Koelling T, et al. Extracorporeal life support to left ventricular assist device bridge to heart transplant a strategy to optimize survival and resource utilization. *Circulation*. 1999; 100 (Suppl II): II-206 –II-210.
8. Miller LW. Patient selection for the use of ventricular assist devices as a bridge to transplantation. *Ann Thorac Surg*. 2003; 75: S66-S71.
9. Hochman JS, Sleeper LA, Webb JG, Sanborn TA, White HD, Talley JD, et al. Early revascularization in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock. SHOCK Investigators. Should We Emergently Revascularize Occluded Coronaries for Cardiogenic Shock. *N Engl J Med*. 1999; 341 (9): 625-34.
10. Tayara W, Starling RC, Yamani MH, Wazni O, Jubran F, Smedira N. Improved survival after acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock with circulatory support and transplantation: comparing aggressive intervention with conservative treatment. *J Heart Lung Transplant*. 2006; 25 (5): 504-9.
11. Stammers AH, Willett L, Fristoe L, Merrill J, Stover T, Hunt A, et al. Morrow J, Newberry J. Coagulation monitoring during extracorporeal membrane oxygenation: the role of thrombelastography. *J Extra Corpor Technol*. 1995; 27 (3): 137-45.
12. Smedira NC, Blackstone EH. Postcardiotomy mechanical support: risk factors and outcomes. *Ann Thorac Surg*. 2001; 71: S60-S66.