

OXIGENAÇÃO EXTRACORPÓREA: REVISÃO LITERÁRIA

EXTRACORPOREAL OXIGENATION: LITERARY REVIEW

AUTORES

¹SALIBA, R.; ²LACERDA, A.; ³CASTELLO A.; ⁴STURION D. J.; ⁵STURION M. A.; ⁶STURION, T.; ⁷MONTEIRO G.

^{1, 4, 5, 6} FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA ROQUE QUAGLIATO/ FIO/FEEM;

^{2,3} FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA/UENF; ⁶ MÉDICO VETERINÁRIO AUTÔNOMO

RESUMO

A ECMO vem do inglês Extracorporeal Membrane Oxygenation e descreve o desvio cardiopulmonar extracorpóreo através de uma canulação circulatória extra-torácica visando a oxigenação sanguínea fora dos pulmões. As primeiras tentativas de oxigenação sanguínea fora do organismo datam o século XIX, mas somente em 1937 que John Gibbon realizou estudos com o intuito de sustentar a vida de um organismo como um todo. Em 1956 surgiu o primeiro oxigenador de membrana e nos anos 60 os mesmos tornaram-se descartáveis. As primeiras experiências clínicas foram relacionadas a cirurgias cardíacas, sendo que nessa mesma década surgiu a idéia dos oxigenadores serem utilizados nas Unidades de Terapia Intensiva para promover um certo repouso aos pulmões, permitindo a recuperação das alterações provocadas por processos patológicos. Mas foi somente em 1972 que houve o primeiro caso clínico de sucesso utilizando-se a ECMO em adultos e 1975 em neonatos. Os oxigenadores são utilizados em circulação extracorpórea para fazer as trocas gasosas e o objetivo do texto visa a revisão literária dos tipos de oxigenadores utilizados na oxigenação extracorpórea de pacientes com distúrbios respiratórios severos.

Palavras-chave: ECMO, CEC, OXIGENAÇÃO EXTRACORPÓREA

ABSTRACT

The ECOM comes from the English Extracorporeal Membrane Oxygenation and describes the diversion cardiopulmonary extracorporeal circulatory cannulation through an extra-thoracic seeking the blood oxygenation outside the lungs. Your operating system includes the cannulation of arteries and veins to divert the blood of the patient for the oxygenators. The types of deviations are used veno-the blood, where a vein (jugular) is the port of departure from the blood that is taken from the left atrium and returned to the body through the carotid artery. Another type of diversion is the veno-venous, where the blood is also taken from the right atrium via jugular vein and returned through the femoral vein, while the reverse can also happen. The gap arteriovenous-venous is another form of diversion and is the same used in the sessions of dialysis, where blood is taken from an artery, usually the carotid or femoral and returned through a vein that can also be the jugular or femoral. The purpose of the text aims to review the types of literary diversions used for extracorporeal oxygenation, as well as its advantages and disadvantages

Keywords: ECMO, CEC, Extracorporeal Oxygenation.

INTRODUÇÃO

1 As técnicas de suporte mecânico à vida são comumente usadas para
2 tratar pacientes com falência respiratória severa (TAMESUE et al, 2006) e suas
3 aplicações têm aumentado consideravelmente ao longo dos últimos anos
4 (ELIAS; SOUZA, 2007).

5 A sigla ECMO vem do inglês Extracorporeal Membrane Oxygenation,
6 sendo o termo utilizado para descrever o desvio cardiopulmonar extracorpóreo

1 através de uma canulação extra-torácica sob anestesia local (BARTLETT et al,
2 1986). O sangue é oxigenado fora do corpo do paciente, não sendo preciso
3 realizar a troca gasosa nos pulmões (PETROU et al, 2006), permitindo o
4 descanso e a recuperação deste órgão (BARTLETT et al, 1986). Esta
5 tecnologia, portanto, assume em parte ou totalmente a função dos pulmões em
6 pacientes com falência pulmonar (BARTLETT et al, 1986).

7 Geralmente, a ECMO é realizada por meio de um desvio veno-venoso
8 ou veno-arterial, com o auxílio de bomba centrífuga ou de rolete, oxigenador de
9 membrana e permutador de calor. No entanto, este tipo de oxigenação
10 extracorpórea por membrana, realizada com auxílio circulatório, tende a
11 produzir hemólise, distúrbios da coagulação, resposta inflamatória e
12 complicações técnicas inerentes a um procedimento de alto risco e custo
13 elevado (GANDOLFI; BRAILE, 2003).

14 Para reduzir os inconvenientes do trauma sangüíneo durante a ECMO, é
15 possível utilizar o gradiente de pressão artério-venoso para impulsionar o
16 sangue através do sistema (GANDOLFI; BRAILE, 2003).

17 **DESENVOLVIMENTO**

18 2 REVISÃO DE LITERATURA

19 2.1 HISTÓRICO

20 Com o objetivo de estudarem a perfusão de órgãos isolados de animais,
21 os fisiologistas do século XIX foram os responsáveis pelas primeiras tentativas
22 de oxigenação sangüínea fora do organismo. Mas foi somente em 1937 que
23 John Gibbon realizou estudos pioneiros relacionados à oxigenação artificial do
24 sangue com o intuito de sustentar a vida de um organismo como um todo
25 (DRUMMOND et al, 2005).

26 Em 1956 surgiu o primeiro oxigenador de membrana reutilizável, e o
27 modelo descartável foi criado nos anos 60. Clowes e Neville, em 1958,
28 relataram diversos casos clínicos de operações cardíacas realizadas com a
29 ajuda deste aparelho, cujo modelo era composto por membranas de teflon,
30 planas e em camadas superpostas. Ele era grande, apresentava vazamentos,
31 mas serviu de modelo para o desenvolvimento de outros oxigenadores. A
32 geração atual de oxigenadores de membrana permite a troca gasosa por
33 difusão dos gases respiratórios, não havendo contato direto entre o sangue e o

1 gás, sendo considerada mais semelhante à oxigenação natural, realizada nos
2 pulmões (DRUMMOND et al, 2005).

3 Nos anos sessenta surgiu a idéia de se utilizar a circulação
4 extracorpórea em unidades de terapia intensiva para assegurar a normalidade
5 das trocas gasosas enquanto se promovia um certo repouso aos pulmões,
6 permitindo a recuperação das alterações provocadas pelo processo patológico.
7 Até então, ela só era realizada na sala de operações. Era o esboço inicial do
8 que hoje conhecemos como ECMO (ELIAS; SOUZA, 2007).

9 Mas foi somente em 1972 que Hill realizou o primeiro caso clínico de
10 sucesso utilizando a ECMO em adulto, e muitas pesquisas seguiram-se a ele.
11 Neste mesmo ano, após uma série de ensaios laboratoriais, Bartlett et al,
12 (1986) iniciaram estudos clínicos com recém-nascidos e publicaram, em 1975,
13 o primeiro caso de sucesso do uso deste método em falência respiratória de
14 neonatos.

15 Atualmente, segundo Balasubramanian et al. (2007), a ECMO com
16 desvio veno-arterial é a terapia de suporte mais comum usada após a correção
17 cirúrgica de defeitos cardíacos congênitos, especialmente em pacientes
18 pediátricos.

19 2.2 OXIGENADORES

20 Os oxigenadores são usados em circulação extracorpórea para fazer as
21 trocas gasosas, ou seja, fornecer o oxigênio (O₂) ao sangue e eliminar o
22 dióxido de carbono (CO₂). Diversos autores estabeleceram que estes
23 dispositivos devem ser capazes de oxigenar de 5 a 6 litros de sangue por
24 minuto, com uma saturação entre 95 e 100%, além de remover o CO₂
25 adequadamente, evitando a sua retenção (acidose respiratória) ou a sua
26 eliminação excessiva (alcalose respiratória) (SOUZA; ELIAS, 2006).

27 Os oxigenadores diferem entre si pela forma como o O₂ é fornecido ao
28 sangue, e podem ser divididos em dois grupos. O primeiro promove o contato
29 direto entre o sangue e o gás, e inclui os oxigenadores de películas e os
30 oxigenadores de bolhas, mas seu uso foi abandonado. Até recentemente, os
31 oxigenadores de bolhas ainda eram utilizados por serem eficientes para
32 procedimentos de menor duração, mas causam danos às células sangüíneas e
33 às plaquetas, desnaturação de proteínas e microêmbolos. Os que não
34 apresentam uma interface direta entre o gás e o sangue são os oxigenadores

1 de membrana. Modernamente, apenas este grupo é utilizado em circulação
2 extracorpórea e outros procedimentos que envolvem a oxigenação artificial
3 (SOUZA; ELIAS, 2006).

4 2.2.1 Oxigenadores de membrana

5 Eles possuem uma membrana alvéolo-capilar semi-permeável que
6 separa o sangue do gás utilizado para as trocas gasosas. Essa membrana,
7 através da difusão, permite a passagem dos gases, mas não de água e
8 eletrólitos, das áreas de menor concentração para as áreas de maior
9 concentração, objetivando o equilíbrio. Além de não promoverem trauma
10 mecânico aos elementos do sangue, estes oxigenadores podem funcionar por
11 um período mais prolongado caso não haja deposição importante de proteínas
12 na superfície das membranas (SOUZA; ELIAS, 2006).

13 O uso destes oxigenadores pressupõe que o O_2 percorra a seguinte
14 trajetória: atravessar a membrana do dispositivo, dissolver-se no plasma
15 sangüíneo, transpor a membrana das hemácias, difundir-se em seu citoplasma
16 e combinar-se com a hemoglobina (DRUMMOND et al, 2005).

17 Como o CO_2 é cerca de vinte vezes mais solúvel que o O_2 , pode ser
18 eliminado com facilidade através de qualquer tipo de membrana pela simples
19 diferença de pressão parcial (DRUMMOND et al, 2005), que é a principal força
20 física que impulsiona o gás através da membrana (SOUZA, ELIAS, 2006).

21 Os oxigenadores de membrana possuem um misturador de gases
22 (blender) que recebe, separadamente, O_2 e ar comprimido, e libera uma
23 mistura gasosa com concentrações ajustáveis de oxigênio entre 21% (ar
24 ambiente) e 100% (oxigênio puro), sendo possível realizar o controle
25 independente de O_2 e CO_2 . A concentração de oxigênio é o percentual deste
26 gás em uma determinada mistura gasosa, e é apresentada pela sigla FiO_2
27 (fração inspirada de oxigênio), que representa a fração de oxigênio na mistura
28 gasosa (SOUZA; ELIAS, 2006). A transferência de oxigênio para o sangue é
29 proporcional à percentagem deste gás instilado no oxigenador, e a
30 transferência de CO_2 é controlada pelas variações do fluxo do gás que ventila
31 no oxigenador (DRUMMOND et al, 2005), independente da sua concentração
32 (SOUZA; ELIAS, 2006). Em outras palavras, quanto maior o fluxo da mistura
33 gasosa, maior a remoção de CO_2 do sangue; reduzindo-se este fluxo, remove-
34 se menos CO_2 (DRUMMOND et al, 2005).

1 Teoricamente, para se obter o melhor resultado dos oxigenadores de
2 membrana é preciso que as trocas térmicas ocorram na menor superfície
3 possível, com mínimo trauma imposto aos elementos do sangue e a
4 quantidade de prime (solução utilizada para preencher o aparelho antes da
5 entrada do sangue) necessária apenas para a operação do aparelho, evitando
6 a hemodiluição excessiva e as transfusões de sangue e seus derivados
7 (DRUMMOND et al, 2005).

8 2.2.1.1 Membranas verdadeiras e membranas microporosas

9 As membranas destes oxigenadores podem ser semi-permeáveis
10 (verdadeiras) ou expandidas (microporosas), e diferem na forma como os
11 gases as atravessam. Nas primeiras, a passagem ocorre através da difusão.
12 Ou seja, ocorre absorção e solução do gás em um dos lados da membrana,
13 depois a difusão propriamente dita, a dissolução e a liberação para o lado
14 oposto (SOUZA; ELIAS, 2006). Os oxigenadores que utilizam as membranas
15 verdadeiras são de alto custo, requerem áreas extensas de membrana e um
16 grande volume de prime, mas podem ser utilizados por longos períodos, como
17 semanas, sem perder a eficácia (DRUMMOND et al, 2005).

18 Nas microporosas, o mecanismo da difusão dos gases é mais simples e
19 eficaz, pois as moléculas de O_2 e CO_2 simplesmente atravessam os poros
20 microscópicos da membrana (SOUZA, ELIAS, 2008). No início da perfusão, há
21 uma interface transitória entre o gás e o sangue. Depois de algum tempo,
22 ocorre um revestimento protéico das membranas, isolando ambas as
23 interfaces, mas permitindo ainda a difusão dos gases pelos microporos
24 (DRUMMOND et al, 2005).

25 Uma complicação importante relacionada aos oxigenadores de
26 membrana é a possibilidade de ocorrer vazamento de plasma sanguíneo
27 através da membrana, que promove uma queda dramática na troca gasosa.
28 Novos modelos foram desenvolvidos, combinando a textura de microporos com
29 uma fina camada fechada na superfície, prevenindo, portanto, este vazamento
30 (KOPP; DEMBINSKI; KUHLEN, 2006).

31 2.2.1.2 Tipos de oxigenadores de membrana

32 Os oxigenadores de membrana podem ser classificados em três tipos:
33 os de membranas planas, os de membranas espiraladas e os de membranas
34 capilares (ou de fibras ocas). Os primeiros são feitos com membranas

1 microporosas de polipropileno expandidas, dobradas como o fole de uma
2 sanfona, e o gás e o sangue fluem em lados opostos da membrana
3 (DRUMMOND et al, 2005). Eles promovem um grande seqüestro de plaquetas
4 e o seu uso foi descontinuado (SOUZA; ELIAS, 2006).

5 Os oxigenadores em espiral utilizam membranas verdadeiras de silicone,
6 enroladas em torno de um eixo central, como em um novelo. Eles são
7 recomendados para assistência respiratória prolongada (ECMO) pela
8 capacidade de manter a oxigenação e a remoção de CO₂ por vários dias ou
9 semanas (SOUZA; ELIAS, 2006).

10 Já os oxigenadores de membranas capilares são os mais utilizados na
11 atualidade por sua simplicidade e eficiência. Eles utilizam membranas
12 microporosas de polipropileno ou teflon (SOUZA; ELIAS, 2006), formadas por
13 capilares finos dispostos em feixes paralelos ou em novelos, e por isso são
14 também conhecidos por oxigenadores de fibras ocas. Existem dois tipos:
15 aquele em que o sangue flui no interior do capilar e o gás em seu exterior, em
16 sentidos opostos, e outro mais moderno, no qual o gás flui no interior dos
17 capilares, que ficam imersos no fluxo de sangue. Neste caso, o trauma sofrido
18 pelo sangue é menor (DRUMMOND et al, 2005). Como a eficiência das trocas
19 gasosas é maior, os oxigenadores de membranas capilares são menores
20 (SOUZA; ELIAS, 2006).

21 **CONCLUSÃO**

22 De acordo com bibliografia pesquisada, houve um crescente aperfeiçoamento
23 com o passar do tempo dos tipos de oxigenadores, visando melhor
24 desempenho de trocas gasosas e menor risco de lesão de células sanguíneas.

25 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

26
27 BALASUBRAMANIAN, S. K.; TIRUVOIPATI, R.; AMIN, M.; AABIDEEN, K.
28 K.; PEEK, G. J.; SOSNOWSKI, A. W.; FIRMIN, R. K. Factors influencing the
29 outcome of paediatric cardiac surgical patients during extracorporeal
30 circulatory support. **Journal of Cardiothoracic Surgery**. 2:4. 2007.
31 Disponível em: <<http://www.cardiothoracicsurgery.org/content/2/1/4>>.
32 Acesso em: 14 fev. 2008, 14:15:00.

1 DRUMMOND, M.; BRAILE, D. M.; LIMA-OLIVEIRA, A. P. M.; CAMIM, A. S.;
2 OYAMA, S. K.; SANDOVAL, G. H. Desenvolvimento Tecnológico dos
3 Oxigenadores de Membrana. **Revista Brasileira de Cirurgia**
4 **Cardiovascular**. v. 20, n. 4. p. 432-437. 2005.

5
6 ELIAS, D. O.; SOUZA, M. H. L. Curso: Assistência Mecânica Extracorpórea:
7 ECMO – ECLS. Disponível em: <<http://perflin.com/ecmo/ecmo01.htm>>.
8 Acesso em: 29 mar 2007, 12:35:00.

9 GANDOLFI, J. F.; BRAILE, D. M. Perspective of clinical application of
10 pumpless extracorporeal lung assist (ECMO) in newborn. **Revista**
11 **Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**. v. 18. n. 4. p. 359-363. 2003.

12
13 KOPP, R.; DEMBINSKI, R.; KUHLEN, R. Role of extracorporeal lung assist
14 in the treatment of acute respiratory failure. **Minerva Anestesiologica**. v.
15 72, n. 6. p. 587-595. 2006.

16
17 PETROU, S.; BISCHOF, M.; BENNETT, C.; ELBOURNE, D.; FIELDS, D.;
18 McNALLY, H. Cost-effectiveness of neonatal extracorporeal membrane
19 oxygenation based on 7-years results from the United Kingdom collaborative
20 ECMO trial. **Pediatrics**. v. 117. n. 5. 2006.

21
22 SOUZA, M. H. L.; ELIAS, D. O. **Fundamentos da Circulação**
23 **Extracorpórea**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: Centro Editorial Alfa Rio. 2006,
24 809 p.

25
26 TOTAPALLY, B. R.; SUSSMANE, J. B.; TORBATI, D.; GELVEZ, J.;
27 FAKIOGLU, H.; MAO, Y.; OLARTE, J. L.; WOLFSDORF, J. Cardiovascular
28 stability during arteriovenous extracorporeal therapy: a randomized
29 controlled study in lambs with acute lung injury. **Critical Care**. v. 8. n. 6. p.
30 r495-r503. 2004.

31
32 TAMESUE, K.; ICHIBA, S.; NAWA, S.; SHIMIZU, N. An Experimental Study
33 on Pumpless Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO) Support in a
34 Canine Model. **Acta Medica Okayama**. p. 167-172. v. 60. n. 3. 2006.