



(6) ECMO中のトラブルシューティング

注意

- 今回の勉強会は、「ECMO スペシャリストトレーニングマニュアル」に記載しているトラブルシューティングを当院のシステムに対応できるように一部改変しています。
- これは決定事項ではなく、暫定です。
なにか他にアイデアがあれば、教えてください。

起こりうるトラブル

(1) 人工肺異常(酸素化不良)	32%
(2) 回路からの出血・回路損傷	15%
(3) 回路内血栓	9%
(4) ポンプ異常	5%
(5) カニューレトラブル・抜去	5%
(6) 回路内への空気混入	3%
(7) その他	12%

ECMO回路チェック

- 多くのトラブルが回路チェックと早期の介入によって防ぐことができる。

チェック { 回路
構成物(人工肺・ポンプ)
アラーム



回路チェックリスト参照

- 回路のチェック 1日1回 が理想
- ME または Dr



でもトラブルが起きてしまったら

でも実際にトラブルになった場合は

① まず、助けをよぶ！

「ECMOトラブル発生！ みんな来て！」

② 何が起こったのか状況を把握する。

「SpO2は？ 血圧は？ ……肺前圧が高い！」

③ 集まったスタッフに状況を説明

「人工肺異常だと思います！ バイタルは…」

④ 対応にあたる

呼吸器FiO2 100%にする。 必要があれば昇圧剤・蘇生 人工肺交換

ECMOトラブルは一人では解決できない！

緊急時のスタッフの配置

● スタッフ

モニター

人工呼吸器

- ・CHDFの中止
- ・回路改変の補助
- ・New回路や人工肺のプライミング

ECMO

- ・ECMOの状況把握
- ・ECMO流量変更
- ・ガス供給量変更

- ・ECMO回路に関する指示
- ・直接ECMO管理に介入
- ・ECMOの状況の把握
- ・回路改変

6

- ・外回り
- ・血液ガスを運ぶ

3

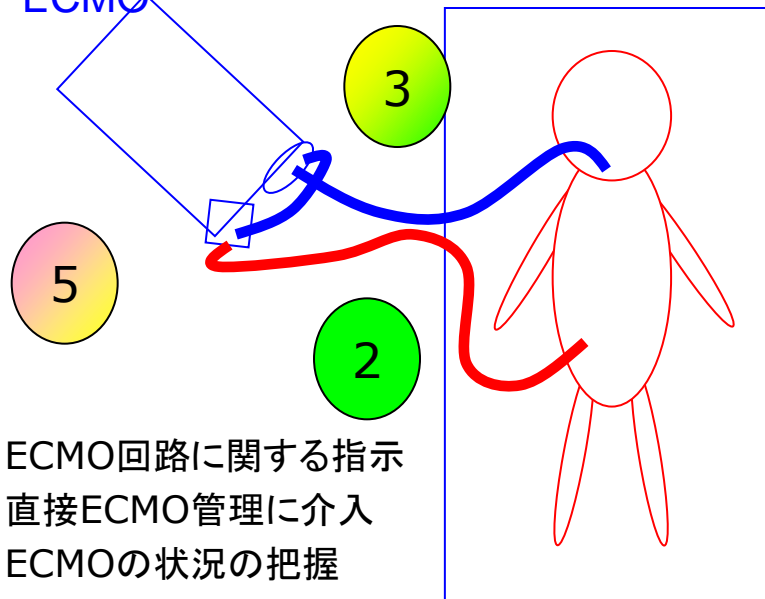
2

4

- ・人工呼吸器の設定変更
- ・バイタルの把握

1

- ・患者管理に関する指示
- ・直接患者に管理に介入
- ・今までの状況把握
- ・薬物の投与
- ・鎮静の管理





用語・物品（決まりごと）

「緊急の呼吸器設定」 といわれたら

- SIMV + PS (PC-BIPAP)
- FiO₂ 100%
- f 12回
- PC 25cmH₂O



緊急時 「CHDFを中断」 といわれたら

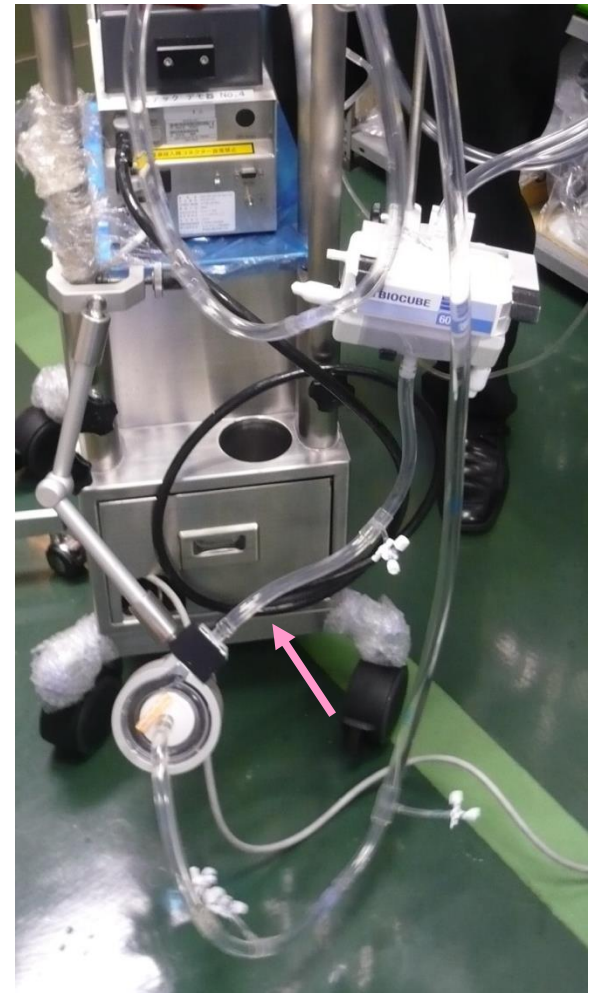
- 返血せずに終了・クランプ
- 回路の三方活栓を閉める
- 回路からCHDFを外す

「フロー・ダウン」

- ゆっくり(約10-15秒かけて)流量を減らしていくこと
- 主にVA ECMO時
- 患者のバイタルをみながら流量を減らしていく
- 流量を減らしていく場合に流量を逐一報告

「ポンプ・オフ」

- 回転数を
1000回転まで下げる
- クランプ
- 遠心ポンプを
完全に止める
(回転数 0)



「ポンプ・オン」

- 回転数を1000回転まで上げる
- デ・クランプ（クランプを外すこと）
↑ このとき逆流がないことを確認しながら
- なにも支持がなければ、とりあえずハーフ・フロー(CI 1.2)となるまで流量をあげる

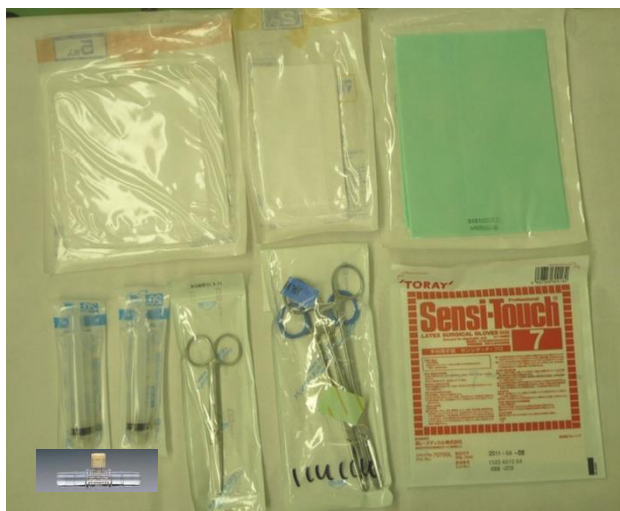
「ハーフ・フロー」「フル・フロー」

- ハーフ・フロー:
ECMO流量が $1.2\text{L/min}\cdot\text{m}^2$ のこと
(およそ 2.0L/min)
- フル・フロー
ECMO流量が $2.4\text{L/min}\cdot\text{m}^2$ のこと
(およそ 4.0L/min)

「緊急セット」



チューブクランプ 2本
クーパー 1本
5枚入りガーゼ 1包
2枚入りガーゼ 1包
20mlシリンジ 2本
ルアー付コネクタ 1個



「ECMO用圧バッグ」

- 緊急時に使用する1Lのプレッシャーバッグ
- ECMOプライミング時に作成する



コバメット圧バッグ(1L)
300mmHg

生食(テルパック) 1000ml
ヘパリン 5000単位

BD 輸液セット
BD 延長チューブ(20cm)



トラブル（各論）

ポンプ異常 → 回路交換

- 遠心ポンプの異音・熱
- 溶血
- 回転数の割りに流量・圧がでない



回路交換

- ビデオ参照

人工肺異常 → { 人工肺交換 回路交換

- (送血圧と比べて)肺前圧の上昇
- 肺からの血漿リーク
- 送血側の PaO_2 低下 ($\text{cSaO}_2 < 98\%$)

緊急的な人工肺の交換が必要な状況は、人工肺へ血栓がつまり急激に肺前圧の上昇と、ECMO流量が低下した状況

→ いわゆる 人工肺の肺血栓塞栓症



人工肺の交換

○ ビデオ参照

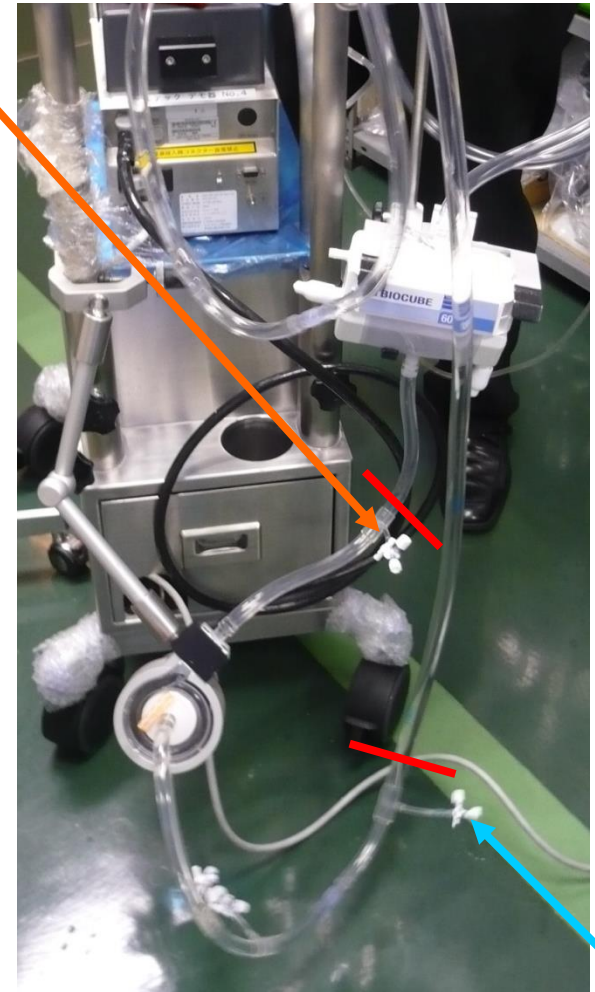
空気混入(少量)

- 少量であれば、人工肺でトラップされる
→ 致命的ではない、まず原因を考える。
- 少量の空気混入の原因
 - 中心静脈ラインからの気泡を脱血したため
 - 三方活栓の不十分なエア抜き
 - 脱血側回路の亀裂 → トリミング

空気混入(大量・送血側への気泡)

- 大量の空気の引き込みがあると遠心ポンプがエアートラップを起こしてしまう
- 主な原因は、三方活栓からの混入

- ポンプ・オフ ニ箇所クランプ(赤線)
- 遠心ポンプを回路より外す
- (オレンジ) 矢印より三方活栓内の血液を引いた後、圧バッグを接続し開放
- (青) 矢印の三方活栓を開放し、ポンプ・回路内のエアを除去
- 三方活栓を閉鎖し、ポンプを取り付けポンプ・オン
- 小さい気泡は、人工肺でトラップされるのを期待する



回路内血栓

- 発生し易い場所は 人工肺・コネクタ・ルアー
- 血栓は白色光のペンライトを使用し、確認する
- 血栓は認めたら、○で囲んで、長さを計測する
- 血栓をトリミングするかどうかは、状況次第で決める
(これが、剥がれて塞栓を起こす確率は低い)
- VA ECMOの送血側であれば、トリミングを考慮する
- 凝固異常の原因となりうる → 回路交換を考慮

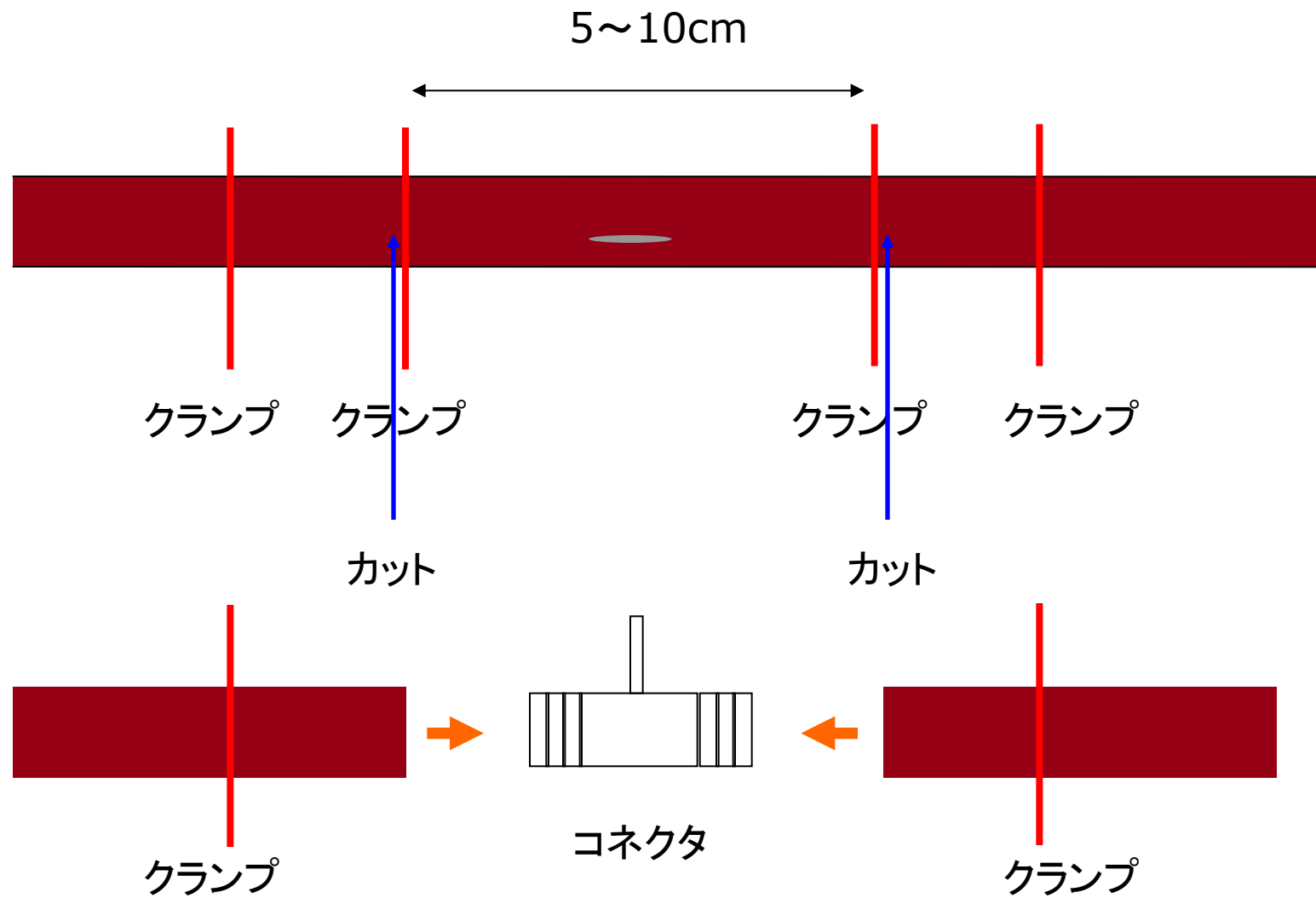


赤色血栓



白色血栓

トリミング



カニューレ血栓

- 送血圧上昇(送血不良)
送血カニューレ血栓の可能性が高い
→カニューレ交換
- 脱血圧低下(脱血不良)
脱血カニューレ血栓の可能性は高くない
→TEEでまず評価

回路からの大量の出血

- 主な原因は、三方活栓の破損、ルアーの緩み・外れ
- 緊急コールの後、回路をクランプ
→原因を確認し、三方活栓の交換や、出血点のトリミングで対応
- 脱血ラインの破損は、少量の空気混入を伴いやすい

最後に

- ECMOの95%は安定した時間である。
- しかし、残りの5%は恐怖の時間である。
- ECMOトラブルを解決するには、日頃からのトレーニングが必要である。