

日本医大 ECMO マニュアル

2011/12/20 Update

- (1) ECMO の歴史
- (2) 適応
- (3) 回路
- (4) チームの役割
- (5) 基本的手技・手順
- (6) 保険請求
- (7) チェックリスト
- (8) トラブルシューティング
- (9) インフォームドコンセント
- (10) 患者管理

*付録

(1)-1 ECMO の歴史

心肺補助のはじまりは、1954年のJohn Gibbsonによる心・肺バイパス(CPB)装置の開発である¹⁾。CPBは心臓手術時に手術室で使用されるようになったが、その当時の人工肺は、数時間しか使用できなかつた。1956年にKolffがシリコン膜による膜型人工肺を開発し、長期のCPBが可能となった²⁾。最初のECMO管理(bedside CPB)の成功例は、1971年にKolobowが報告した³⁾。それ以降の1970年代～80年代にかけて、成人呼吸不全に対してECMOは使用されたが、成績は悪かつた。1972年に成人ARDSに対して、ECMOと以前の治療とを比較したRCTが行われたが、その結果ではECMOの予後改善効果は否定された⁴⁾。①ECMO管理に慣れていない病院で施行、②出血合併症の存在、③インフルエンザ肺炎、でECMOの成績が不良であることがわかつた。1976年にBartlettが新生児に対するECMO管理に成功し⁵⁾、以降も胎便吸引症候群(MAS)、新生児持続性肺高血圧症(PPHN)、先天性横隔膜ヘルニア(CDH)に対して良好な成績であることを報告(1985年)した⁶⁾⁷⁾⁸⁾。以降、1980年代～90年代にかけて、新生児に対するECMOは急速に普及していった。1990年代には新生児・心臓術後の心補助に対しても使用されるようになった⁹⁾。1989年にECMO管理に精通した病院間で、ELSOが設立され、レジストリーデータを収集している。1990年代のデータでは、新生児呼吸不全に対するECMOの生存率は83%¹¹⁾、術後の低心拍出に対するECMOの生存率は46%である¹²⁾。

ヨーロッパ、アメリカの優れたECMOセンターは90年代より活動を継続し、よい結果を出してきた。1997年にKollaが成人の呼吸不全に対して、ECMOを使用し、良好な成績であったことを報告した後、成人呼吸不全に対するECMOも再評価されるようになってきた¹⁰⁾。現在成人呼吸不全に対するECMO生存率70%以上の施設がある(イギリス・レスター大学病院、スウェーデン・カロリンスカ大学病院など)¹⁰⁾¹⁴⁾。

2009年CESAR studyは、成人呼吸不全に対するECMOの有用性を証明した¹⁵⁾。また、2009年に流行したH1N1インフルエンザでは、多くの患者が呼吸不全となり、ECMOを使用し救命された¹⁶⁾。

ECMOに使用されるカニューレ、人工肺、遠心ポンプ、モニタリング機器は今後も発展すると思われ、成人呼吸不全に対するECMOの適応はさらに拡大していくものと考えられる。

1. Gibbon JH. Minn Med 1954; 37: 171-185
2. Kolff WJ. Cleve Clin Q 1956; 23: 69-97
3. Kolobow T. Trans Am Soc Artif Intern Organs 1971; 17: 350-354
4. Hill JD. N Engl J Med 1972; 286: 629-634
5. Zapol WH. JAMA 1979; 242:2193-2196
6. Bartlett RH. Trans Am Soc Artif Intern Organs 1985; 31: 723-726
7. Bartlett RH. Surgery 1982; 92: 425-433

8. O'Rourke PP. Pediatrics 1989; 84: 957-963
9. Baffes TG. Ann Thorac Surg 1970; 10: 354-363
10. Kolla S. Ann Surg 1997; 226:544-564; discussion 65-66
11. Stolar CJ. J Pediatr Surg 1991; 26 :563-571
12. Zwischenberger JB. Asaio J 1992; 38:751-753
13. Peek GJ. Chest 1997; 112: 759-764.
14. Lindén V, Palmér K, et al. Intensive Care Med 2000; 26: 1630-1637.
15. Van Meurs K. ECMO extracorporeal cardiopulmonary support in critical care. Ann Arbor, MI: Extracorporeal Life Support Organisation, 2005.
16. GJ Peek. Lancet 2009; 374: 1351-63
17. AND ECMO Influenza Investigators. JAMA 2009;302:1888-95

(1)-2 ECMO の適応

・ 適応疾患

- Viral pneumonia
- Bacterial pneumonia
- Pneumocystis pneumonia
- Aspiration
- ARDS post ope / trauma
- Sepsis

・ 適応の病態

Acute reversible lung damage irresponsible to conventional ICU treatment

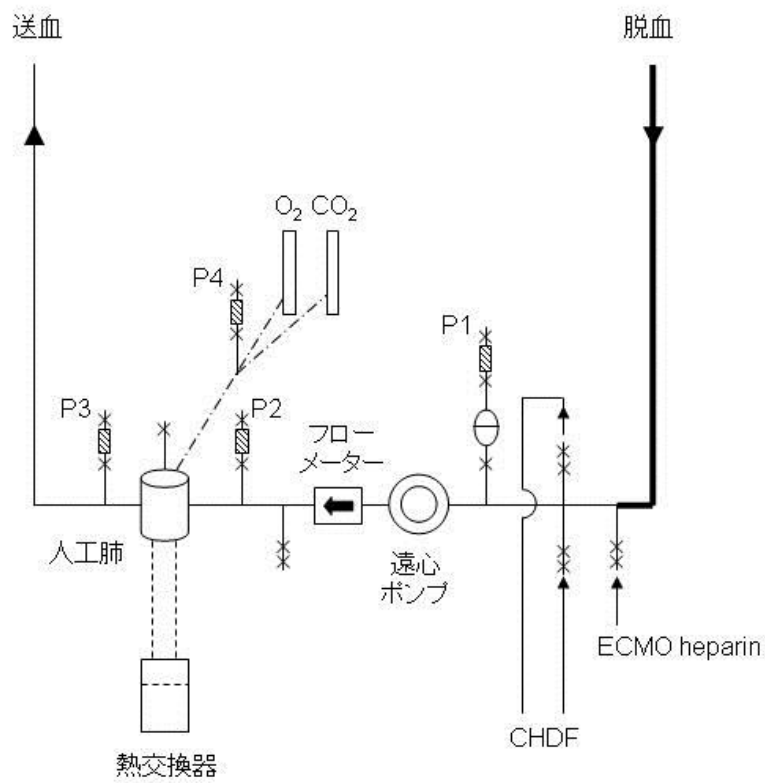
PaO₂/FiO₂ < 65 mm Hg、 FiO₂ 0.9-1.0

- 1500 g 新生児 から 75 歳
- No limitation 体重
- No limitation 人工呼吸日数
- No limitation 多臓器不全
- No limitation 白血病または免疫不全状態

・ 適応外症例

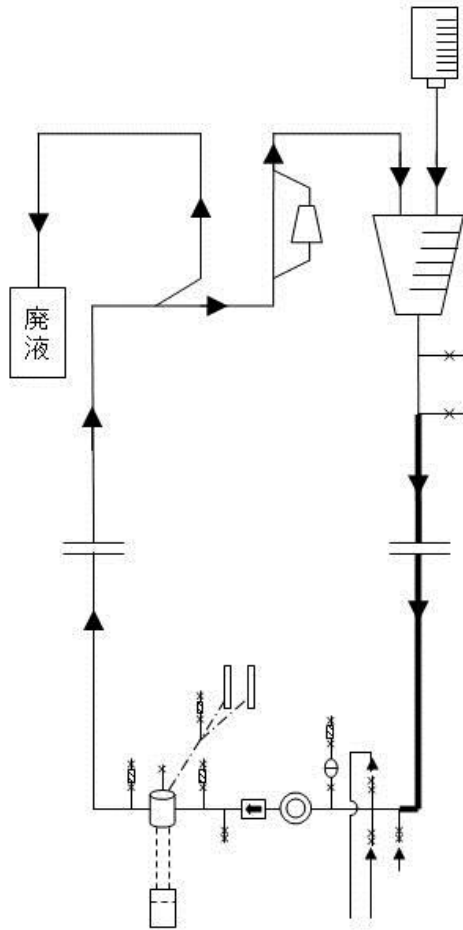
- Complicated underlying disease
- 骨髄移植後
- 末期癌
- HIV

(2)回路図

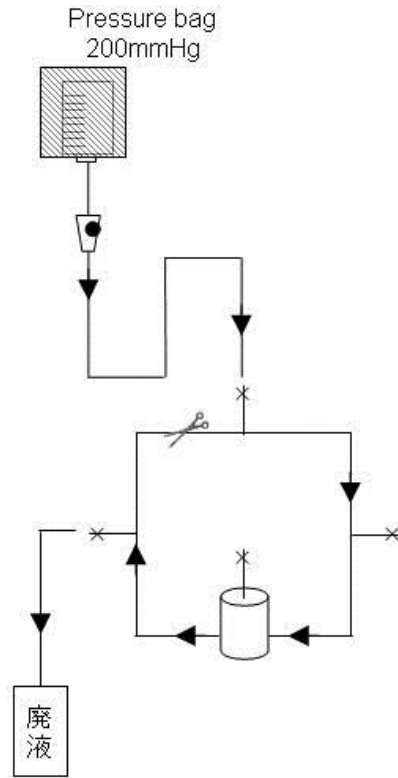


ECMO回路図

プライミング回路



人工肺のみプライミング



(3) チームの役割

① ECMO チーム

- ・ ECMO チームは、ECMO 担当医師、ECMO 担当看護師、ICU ME により構成された専門治療集団である。
- ・ ECMO 担当医師・看護師および ICU ME は、ECMO 機器・管理に十分精通し、定期的なカンファレンスやトレーニングにより、知識、技能を維持しなければならない。
- ・ 重要な治療方針の決定は、ECMO チーム全員(医師・看護師・ME)の総意によって、決定されるものとする。
- ・ 日々の治療方針については、当日担当の医師・看護師・ME（休日は医師・看護師）が、午前中に議論する。

② ECMO 担当医師の役割

- ・ ECMO 導入患者の全身管理および看護師・ME への指示
- ・ ECMO のプライミング (ME も可)
- ・ 急変時には、方針の決定および看護師、ME に明確な支持を送らなければならない。直接回路の改変を行うことができる。

③ ECMO 担当看護師の役割

- ・ ECMO 導入患者の毎時間の状態のチェック、回路のチェック、一般的な ICU 看護。
- ・ 急変時には、医師の指示のもと、直接 ECMO の流量変更や、クランプに関わることができる。

④ ICU ME の役割

- ・ ECMO 機器の保守・点検
- ・ ECMO のプライミング
- ・ 急変時には、医師の指示のもと、直接回路の改変を行うことができる。

⑤ ECMO カンファレンス・トレーニング

- ・ カンファレンスは、インシデントやアクシデント発生時や、ECMO チームの構成員が管理上必要である場合に不定期に行われるほか、年一回、当院での成績および最近の文献について報告する。
- ・ トレーニングは、月一回程度行われる。

(4)基本的手技・手順

- ①ECMO プライミング
- ②一般的なカニューレ挿入法
- ③ECMO の接続方法・回路交換
- ④CHDF の接続方法
- ⑤AV シヤントの作成方法

① プライミング方法

準備するもの

- ①回路
- ②人工肺
- ③リザーバー
- ④三方活栓
- ⑤ヘパリン加生理食塩水 2000ml
- ⑥蒸留水 (熱交換器)
- ⑦25%アルブミン 50ml
- ⑧MAP 6u
- ⑨FFP 2u
- ⑩ヘパリン
- ⑪カルチコール
- ⑫メイロン

まず、清潔下に回路を構成する。人工肺の組込み、リザーバーの組込み、三方活栓の取り付けを行う。取り付け後に接続部はタイガンを使用する。

三方活栓の向きは正しい向きになっているか確認する。三方活栓および接続部は十分に接続されているか再度確認する。

その後、回路をコンソールに取り付ける。ただし、ローラーポンプはコンソールから外しておく。

リザーバー下、フィルターの対側ライン、廃液ラインをクランプする。

ヘパリン加生食 2L をリザーバーに入れたのち、リザーバー下のクランプを開放する。遠心ポンプまで air 抜きが終わったら、遠心ポンプをコンソールに取り付けて、500 回転程度でポンプを回す。ひげラインおよび人工肺の air 抜きを行う。

送気ラインを人工肺に接続し、酸素ポンベと二酸化炭素ポンベを開放、酸素 8L/min, CO2 400ml/min (CO2 :5%)となるように、送気を行う。

熱交換器に滅菌蒸留水を入れて、人工肺に接続し、37℃で加温を開始する。

十分 air が抜けたことを確認した後、廃液ラインのクランプを開放し、リザーバー上のラインをクランプする。生食が廃液袋に入っていく。リザーバー内に約 100ml 残った状態のところ、リザーバー下のラインをクランプし、遠心ポンプを停止する。

リザーバー上のクランプを開放し、廃液ラインをクランプする。

リザーバー内に 25%アルブミン 50ml を入れ、再度リザーバー下のラインのクランプを開放し、遠心ポンプを 500 回転で回す。

この状態で約 5 分以上、維持する。

再度、廃液ラインのクランプを開放し、リザーバー上のラインをクランプする。アルブ

ミンを含んだ生食が廃液袋に入っていく。リザーバー内に約 50ml 残った状態のところ、リザーバー下のラインをクランプし、遠心ポンプを停止する。

リザーバー上のクランプを開放し、廃液ラインをクランプする。

その後、①MAP 6u、②ヘパリン 600 単位(0.6ml)、③FFP 2u を加えて(総量:約 1000ml)、リザーバー下のクランプを開放し、遠心ポンプを 500 回転から開始し、3000 回転程度で回す。この時、リザーバー内に 200ml 程度だけ残るように生食を廃液に捨てる方がよい。

続いて、④カルチコール 10ml(Ca²⁺ 3.9mEq)、⑤メイロン 8.4% 60ml(60mEq) を加える。(注:ヘパリンを加える前に、カルシウムを投与しないこと、血液が凝固する可能性がある。)

ACT および、血液ガスを測定する。右に示すような、結果であることを確認する

pH 7.35- 7.45
BE ±5
Ca 0.7~1.0mEq
ACT >500msec
Hb 12g/dl 前後

30 分放置後に、再度、ACT と血液ガスを確認する。溶血していないことを確認する。

②一般的なカニューレ挿入法

(カニューレ挿入は、percutaneous technique で行う場合でも、外科医と共同で行うものとする。)

準備するもの

①送血管 ②脱血管 ③末梢血管セット ④電気メス (および対極板) ⑤カテーテルチップシリンジ
⑥18G エラスター針 ⑦短い 0.035 ワイヤー ⑧末梢血管用エコー (およびエコーカバー) ⑨三方活栓とエクステンションライン ⑩

(percutaneous technique)

まず、心エコーを行い、V-V でよいか、V-A にすべきか再度確認する。

末梢エコーにて、挿入部位の血管の位置・大きさを測定し、カニューレの大きさを選択する。

体格やレントゲンを見て、カテーテルを挿入する距離を確認する。(透視下では不要)

ベット的位置や高さを確認し、術者の位置や道具の置き位置などを確認する。

対極板を貼る。

末梢静脈からヘパリンを 3000 単位投与する。(もともとヘパリンが投与されている場合には、ACT が 200 以上であることを確認する。)

術者と助手は清潔になり、道具を用意する。

エコーガイド下に、18G エラスターで穿刺し、ワイヤーを挿入する。ワイヤーつたいに外筒を根元まで挿入する。

ワイヤーを抜き、生食で満たしたエクステンションラインをつなげ、確実に静脈であることを(静脈圧であることを)確認する。(血液ガスでの確認は呼吸不全では無効。)

三方活栓をロックし、周囲を電気メスで約 3cm カットする。(皮下組織までしっかりカットする。止血は確実に確認すること！)

前もって、ワイヤーをどれくらい挿入するか確認した後、エラスター外筒より、カニューレ用のワイヤーを挿入する。外筒を抜去したのち、二種類のダイレーターで穿刺部を拡張したのち、カニューレ内筒で拡張する。

カニューレを挿入する。目的とする深さの約 5cm 手前まで挿入した後、その後はゆっくり内筒を保持しながら外筒を進める。

ワイヤーと一緒に内筒を抜去し、カニューレをクランプする。

air が入らないように、カテーテルチップシリンジで、ヘパリンフラッシュを行い、クランプする。

カニューレを固定する。

送血管・脱血管を挿入したら、ECMO に接続し、運転を開始する。

レントゲンで確認するまで挿入部の清潔を維持する。

(semi-open technique)

③ECMO の接続・回路交換

術者 A : 脱血管操作 術者 B : 送血管操作 助手 A : 回路操作 助手 B : 呼吸・循環管理
あらかじめ、必要な回路(脱血ラインと送血ライン)の長さを確認する。

患者の脱血・送血カニューレ側のつなげる位置の近くを消毒し、覆布をかけておく。

術者 A・B は清潔となる。

術者 AB の準備が完了すれば、助手 A は新しい回路の人工肺と遠心ポンプの間をクランプし、遠心ポンプを止める。

(脱血側の用意：術者 A)

プライミングが終了した ECMO 回路の脱血側(青)をクランプ(不潔鉗子)する。

クランプ(不潔鉗子)した部分より本体側のラインをクランプ部位より約 30cm 間をヒビテンアルコールで消毒し、クランプ部位より約 10cm の部位をクランプ(清潔鉗子)する。

リザーバー側のクランプ(不潔鉗子)直下をクーパーでカットする。

ひげ付きコネクターを接続し、脱血カニューレの近くの覆布の近くにセットする。
カニューレ内をひげより生食で満たす。

(送血側の用意：術者 B)

プライミングが終了した ECMO 回路の送血側 (赤) をクランプする。
クランプした部分より本体側のラインをクランプ部位より約 30cm 間をヒビテンアルコールで消毒し、クランプ部位より約 10cm の部位をクランプ (清潔鉗子) する。

リザーバー側のクランプ (不潔鉗子) 直下をクーパーでカットする。

ひげ付きコネクターを接続し、送血カニューレの近くの覆布の近くにセットする。

カニューレ内をひげより生食で満たす。

(接続操作)

術者 A：術者 A、術者 B、助手 A、助手 B が準備できていることを確認する。

助手 B：呼吸器の FiO₂ を 100% とする。

術者 A：開始の合図をする。

術者 AB：合図とともに、近位部をクランプし、その後、遠位部をクランプする。

助手 A：古い回路の遠心ポンプを止める。

(助手 B：タイマー ON)

術者 AB：遠位部クランプの直上をクーパーで切断し、新しい回路と接続する。

術者 AB：近位部のクランプを解放し、ひげから air を完全に抜く。ひげの三法活栓をロックする。これまで終了したら、「準備 OK」と声をかける。

術者 A：術者 A、術者 B の準備完了していることを確認し、クランプ開放の指示をする。

術者 AB：新しい回路のクランプを解放する。

助手 A：遠心ポンプをゆっくり回しながら、人工肺と遠心ポンプ間のクランプを開放する。

(助手 B：タイマー OFF)

術者 AB：脱血・送血がきちんとできていることを確認する。air の混入がないことを確認する。

助手 A：回転数を徐々に上げ、もとの値まで上げる。

助手 B：呼吸器の設定をもとにもどす。

術者 AB：接続部をタイガンで固定する。

④ CHDF の接続方法

型どおりに CHDF のプライミングを行う (フサンは不要)。

(CHDF のアラームが適切であることを確認する。)

回路の送血側のチャンバー内は十分にヘパリン加生食で満たされていることを確認する。
空回しを行い、異常なく作動することを確認する。

P1 ≥ 0mmHg であれば、上記回路で示している場所に CHDF を接続する。P1 < 0mmHg であれば、人工肺のひげから脱血を行うようにする。

(人工肺から脱血をとる場合には、フローメーターが正しい流量を示さないため、脱血管側に別のフローメーターを取り付けるほうが望ましい。)

三方活栓から air 抜きを行う。

「監視 ON」にして、CHDF を開始する。回路内のヘパリン加生食は基本的に捨てない。

⑤AV シャントの作成

AV シャントを作成するにあたり、外付けのフローメーターが必要である。

三法活栓付きエクステンションチューブ 2本 male-male チューブ 1本 20ml シリンジ 1本 ヘパリン加生食

清潔下にシャント回路を作成する。

ECMO ヘパリンラインを三法活栓からはずす。

AV シャントラインの一方は P3 ラインの三法活栓に接続する。もう一方は ECMO ヘパリンラインをはずしたところに接続する。

三方活栓付きエクステンションの三法活栓から air を抜く。

Air を抜いた場所から ECMO ヘパリンを開始する。

外付けフローメーターの流量を確認する。

(5)保険請求

手術法として：

K602 経皮的心肺補助法

1.初日 11100 点

2.2 日目以降 3120 点

呼吸不全に対する使用は想定したものではないが、現時点ではこれを算定する。

使用した器具として：

124 ディスポーザブル人工肺(膜型肺)

(3) 補助循環型 164,000 円

125 遠心式体外循環用血液ポンプ

(2) 長期使用型 87,500 円

127 人工心肺回路

(2) 補助循環回路

① 抗血栓性あり 82,400 円

(6) 個別機能品

⑦ 血液学的パラメーター測定用セル 18,000 円

⑧ 熱交換器 18,100 円

126 体外循環用カニューレ (1本あたり)

(4) 経皮的挿入用カニューレ 44,000 円

「注 生体適合性を付加した送脱血カニューレ、心筋保護用カニューレ又はベントカテーテルにあつてはそれぞれ材料価格に 1,600 円を加算し、生体適合性を付加した経皮的挿入用カニューレにあつては材料価格に 3,500 円を加算する。

その他、手技に必要な諸薬剤、医療器具

手術手技で認められているので、上記材料費は (DPC であっても) 出来高で算定できる。

(7)チェックリスト

- ①プライミング後チェックリスト
- ②毎日確認項目チェックリスト

①プライミング時チェックリスト

項目	サイン
遠心ポンプ：コンソールにセットアップされていますか？	
遠心ポンプは、正しく回路に接続されていませんか？	
フローメーターは正しい方向にセットアップされていますか？	
人工肺は台座に正しく置かれていますか？	
人工肺：送血と脱血の方向に間違いはないでしょうか？	
人工肺：エアーは完全に除去されていますか？	
人工肺：破損はないか？	
人工肺：送気ラインは正しく接続されていますか？	
P1、P2、P3、P4 の圧ラインは正しくつながられていますか？	
アラーム設定は適切か？	
脱血管についている、ひげに三方活栓は接続されていますか？	
三方活栓は正しい向きか？	
遠心ポンプから人工肺の間のひげに三方活栓は接続されていますか？	
三方活栓は正しい向きか？	
送血管のひげの三方活栓の向きは正しいか？	
回路内にエアーはないか？	
特にひげはすべて、エアー抜きされていますか？	
回路の接続部位は、正しくタイガンがかけられていますか？	

↑ 例です。これから考案します。

②毎日確認項目チェックリスト

項目	サイン
回路に血栓の付着はないか？	
遠心ポンプに血栓の付着はないか？	
人工肺に血栓の付着はないか？	
圧アラーム設定は正しいか、アラームは正しく鳴るか？	
緊急コールボタンは、正しい場所に設置されているか？	
コールは正しく鳴るか？	
遠心ポンプに異音が出ていないか？	
人工肺に破損はないか？	
送血、脱血カニューレ挿入部に発赤、腫脹はないか？	
三方活栓は正しい向きか？	
プレッシャーバック内の生理食塩水は期限内か？	
プレッシャーバックの圧は正しくかかるか？	

↑ 例です。これから考案します。

ECMO 回路チェックリスト

チェック日： 20 年 月 日

確認者（サイン）：

	項目	
回路	回路内の血栓・空気・出血・フィブリン鎖はないか？	はい・いいえ ()
	脱血不良のサイン(Chattering・Suck Down)はないか？	はい・いいえ ()
	コネクタ部位の数：	箇所
	コネクタ部位の異常はないか？ タイガンに問題ないか？	はい・いいえ ()
	回路につながっているルアー付三方活栓の数：	箇所
	三方活栓の向きは適切か？ ルアーの緩みはないか？	はい・いいえ ()
	送血・脱血カニューレは患者側に適切に固定されているか？	はい・いいえ ()
	送血・脱血カニューレはベット・シーツに固定されているか？	はい・いいえ ()
構成物	人工肺に異常（血栓・圧・酸素化）はないか？	はい・いいえ ()
	遠心ポンプに異常（異音・熱など）はないか？	はい・いいえ ()
	cSvO ₂ センサーは適切に設置されているか？	はい・いいえ ()
	圧モニターは適切に設置されているか？	はい・いいえ ()
	熱交換器は適切に設置されているか？ 水は十分に満たされているか？	はい・いいえ ()
	気泡感知器は適切に設置されているか？	はい・いいえ ()
	ガスラインは適切に接続されているか？ ガス漏れはないか？	はい・いいえ ()
アラーム	流量計 アラーム設定(下限値)：	L/min
	脱血圧 アラーム設定(下限値 ~ 上限値)：	~
	肺前圧 アラーム設定(下限値 ~ 上限値)：	~
	送血圧 アラーム設定(下限値 ~ 上限値)：	~
	ガス圧 アラーム設定(下限値 ~ 上限値)：	~
	熱交換器 設定温：	℃
	気泡感知器のアラームは ON になっているか？	はい・いいえ ()
その他	全電源コードは、適切な（非常電源）部位に接続されているか？	はい・いいえ ()
	ECMO 本体と患者ベットのブレーキはかけられているか？	はい・いいえ ()
CHDF 時 のみ	CHDF 接続部位のコネクタに緩みはないか？	はい・いいえ ()
	脱血ラインの接続部位：	
	送血ラインの接続部位：	

(8) トラブルシューティング

- ①回路内圧の解釈
- ②回路内にエアが引き込まれた場合の対処方法
- ③人工肺エラー時の人工肺交換の手法
- ④遠心ポンプエラー時の遠心ポンプ交換の手法

(9) インフォームドコンセント

Murray Score

項目		点数
胸部レントゲンスコア		
肺陰影なし		0
肺水腫	全体の 25%	1
肺水腫	全体の 50%	2
肺水腫	全体の 75%	3
肺水腫	全肺野	4
低酸素スコア		
PaO ₂ /FiO ₂	≥ 300	0
PaO ₂ /FiO ₂	225-299	1
PaO ₂ /FiO ₂	175-224	2
PaO ₂ /FiO ₂	100-174	3
PaO ₂ /FiO ₂	< 100	4
PEEP スコア		
PEEP	< 5 cmH ₂ O	0
PEEP	6-8 cmH ₂ O	1
PEEP	9-11 cmH ₂ O	2
PEEP	12-14 cmH ₂ O	3
PEEP	≥ 15 cmH ₂ O	4
コンプライアンススコア		
コンプライアンス	≥ 80 ml/cmH ₂ O	0
コンプライアンス	60-79 ml/cmH ₂ O	1
コンプライアンス	40-59 ml/cmH ₂ O	2
コンプライアンス	20-39 ml/cmH ₂ O	3
コンプライアンス	< 19 ml/cmH ₂ O	4
各項目の合計点を採用した項目の数で除した点数		
肺障害なし		0
軽度～中等度の肺障害		0.1-2.5
重度の肺障害		>2.5

Murray JF. Am Rev Respir Dis 1988;138:720-3 [9]より

付録1 カニューレ チューブ コネクタ定数

Medtronic Biomedicus Cannula

18cm cannula		定数	M 値	コネクタ	外径(mm)
15Fr	18cm	1	3.30	3/8	5.0
17Fr	18cm	2	3.05	3/8	5.7
19Fr	18cm	1	2.80	3/8	6.3
21Fr	18cm	2	2.60	3/8	7.0
50cm cannula		定数	M 値	コネクタ	外径(mm)
19Fr	50cm	1	3.15	3/8	6.3
21Fr	50cm	1	2.90	3/8	7.0
23Fr	50cm	2	2.65	3/8	7.7
25Fr	50cm	1	2.55	1/2	8.3
27Fr	50cm	1	2.40	1/2	9.0
29Fr	50cm	0	2.30	1/2	9.7

コネクタ

ルアー付コネクタ	定数
3/8-3/8	10
3/8-1/2	10
1/2-1/2	10
Y字コネクタ	
3/8-3/8-3/8	10
1/2-3/8-3/8	10

ストレートコネクタ	定数
3/8-3/8	0
3/8-1/2	0
1/2-1/2	0
チューブ	
3/8 チューブ	2
1/2 チューブ	2

ECMO 体重と挿入カニューレの目安

身長	脱血		送血
	ショート	ロング	
160cm	21Fr 18cm	23Fr 50cm	17Fr 18cm
	23Fr 25cm	25Fr 50cm 27Fr 50cm	19Fr 18cm

閾値は 身長 160cm 体重 57kg 体表面積 1.60m²

身長 145cm、体重 40kg 以下（対表面積 1.30m² 以下）

身長 190cm、体重 100kg 以上（対表面積 2.30m² 以上）は、当院のカニューレでは対応できない

右内頸静脈から挿入するカニューレの長さの目安 = 身長 × 0.12 (cm)

カニューレのサイズと血流量

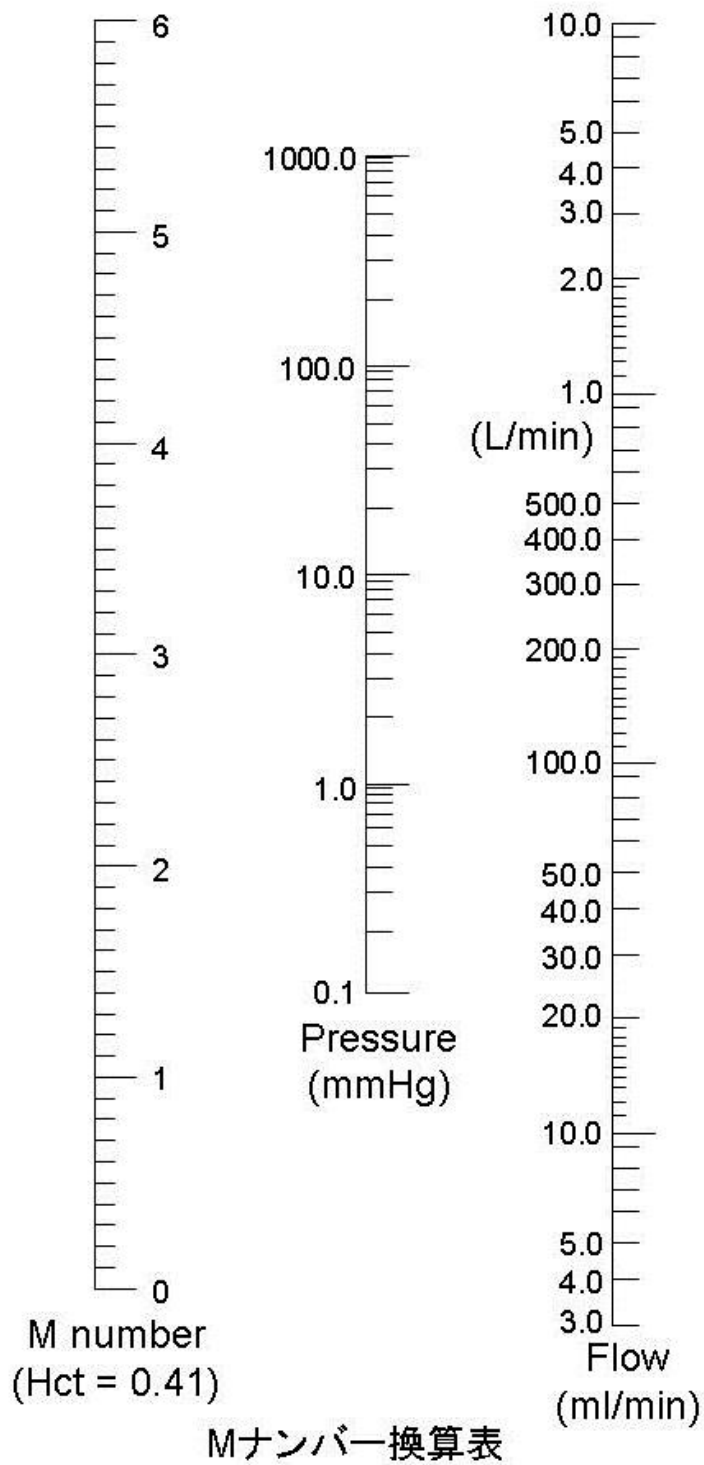
	M 値	脱血 (L/min)			送血 (L/min)		
		Optimal	Rated	BSA	Optimal	Rated	BSA
15Fr 18cm	3.30	1.4 - 1.8	2.3	< 0.8	< 2.7	3.3	< 1.3
17Fr 18cm	3.05	1.8 - 2.4	3.1	< 1.0	< 3.6	4.3	< 1.6
19Fr 18cm	2.80	2.3 - 3.1	3.9	< 1.3	< 4.6	5.7	< 2.1
21Fr 18cm	2.60	3.0 - 4.0	4.9	< 1.6	< 5.7	7.1	< 2.6
23Fr 25cm	2.40	4.1 - 5.5	6.7	< 2.1	< 7.7	9.6	< 3.6
15Fr 50cm	3.65	1.0 - 1.2	1.5	< 0.5			
17Fr 50cm	3.40	1.3 - 1.6	2.0	< 0.7			
19Fr 50cm	3.15	1.8 - 2.2	2.7	< 0.9			
21Fr 50cm	2.90	2.3 - 2.8	3.5	< 1.2			
23Fr 50cm	2.65	3.0 - 3.6	4.5	< 1.5			
25Fr 50cm	2.55	3.5 - 4.2	5.3	< 1.8			
27Fr 50cm	2.40	4.3 - 5.1	6.4	< 2.1			
29Fr 50cm	2.30	4.8 - 5.8	7.2	< 2.4			

チューブと血流量

	M 値 (1m あたり)	脱血: 最適流量(L/min)		送血: 最適流量(L/min)	
		2m	3m	2m	3m
1/4(6mm) tube	3.1	< 1.1	< 0.8	< 1.6	< 1.1
3/8(10mm) tube	2.0	< 4.0	< 3.0	< 6.0	< 4.0
1/2(12mm) tube	1.5	< 7.5	< 6.0	< 10.0	< 7.5

単位は L/min, Hct=0.41

付録 2 M 値



ECMO 挿入術 処置記録

平成	年	月	日	曜日	開始	:	~ 終了	:
	科			病棟			殿	才
病名:					場所:			
術者:						記録:		
ECMO No:								
送血カニューレ						型番		
脱血カニューレ						型番		
1%キシロカイン:				ml	その他薬品			
ヘパリン:				ml	:			
生食:				ml	:			
造影剤名:					:			
造影剤量:				ml	:			
時間	処置				時間	処置		
備考:								

付録 3

ECMO プライムリスト

日付:	プライミング施行者:
ECMO No:	チェック:
患者氏名:	血液型:

機材	個数	Sign	Check
プライムセット			
コネクター			
三方活栓			
圧トランスデューサー			
人工肺			
追加チューブセグメント			

アラーム	既定値	Sign	Check
P1	>20 mmHg		
P2	<350 mmHg		
P3	<300 mmHg		
P4	>5 mmHg		
エアー混入	肺/三方活栓		
回路/配線	送血/脱血 サイズ		
フローメーター	ON		

プライム液	実際の使用量	Sign	Check
生理食塩水			
RCC 6 単位			
ヘパリン 0.6ml (0.1ml/RCC1u)			
FFP 2 単位 (0.33 単位/RCC1u)			
カルチコール 9ml (1.5ml/RCC 1u)			
メイロン 8.4% 60ml (10ml/RCC 1u)			

測定値	1 回目	2 回目	3 回目	Sign	Check
P2					
P3					
pH					
BE					
Ca					
Hb					
ACT					

目標値
P3-P2<20mmHg
pH 7.35-7.45
BE ±5
Ca 0.7~1.0mEq/L
Hb 12g/dl 程度
ACT >500msec

付録 4

モニタリング項目

2011年 7月 10日 (ECMO 日数: 3) 名前: 日医 太郎 年齢: 43 性別: M 身長: 163 cm 体重: 52 kg 体表面積: 1.63 m²

時間	0	0:15	1	2	3	3:20	3:40	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	19:30	20	21	22	23	24
ECMO 総時間(hr)	12		13	14	15			16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		32	33	34	35	36
送血管流量(L/min)	3.6	3.6	3.7	4.2	3.6	2.7	3.6	3.2	3.3	3.2	3.6	3.7	3.6	3.8	3.7	3.7	3.6	3.3	3.6	3.8	3.7	3.6	3.6	3.6	3.7	3.5	3.6	3.7	
ポンプ回転数(x10 ³ rpm)	3.2	3.0	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.1	3.0	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.1	3.2	3.2	
ポンプ流量(L/min)	3.6	3.6	3.7	4.2	3.6	2.7	2.6	3.2	3.3	3.0	3.6	3.7	3.6	3.8	3.7	3.7	3.6	3.3	3.6	3.8	3.7	3.6	3.6	3.6	3.7	3.5	3.6	3.7	
O ₂ /Air 流量(L/min)	8	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	
FiO ₂	0.5	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	
CO ₂ 流量(ml/min)	400	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	
熱交換器温度(°C)	32.0	32.0	32.0	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	
P1 (mmHg)	-11	-10	-9	-9	-8	-14	-10	-9	-9	-9	-9	-8	-8	-9	-12	-12	-6	-5	-2	-6	-9	-9	-10	-9	-10	-11	-10	-9	
P2 (mmHg)	220	212	214	212	212	214	216	219	212	206	209	212	214	212	210	212	215	216	206	205	198	206	212	216	212	211	216	215	
P3 (mmHg)	192	186	190	190	192	190	192	196	193	192	192	193	194	192	193	192	193	194	192	195	192	195	193	192	193	192	195	196	
P4 (mmHg)	12	13	12	12	13	12	12	12	11	12	12	12	12	12	13	12	12	13	12	11	12	12	12	12	12	12	12	12	
SvO ₂ (%)	67	66	67	66	64	60	62	63	65	65	66	67	68	67	66	66	66	66	66	66	66	66	65	66	67	66	66	65	66
Hb (g/dl)	12.1	12.1	12.0	12.0	12.9	10.8	12.0	12.1	12.2	12.4	12.6	12.5	12.4	12.4	12.3	12.2	12.2	12.1	11.9	12.1	12.5	12.6	13.0	12.2	13.1	13.1	13.1	13.1	
ヘパリン流量(ml/hr)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	
ヘパリンボラス(ml)								1																					
ACT (秒)	201	224	210	212	212	212	170	163	152	262	232	220	220	220	226	213	214	216	218	200			216			218			
APTT (秒)		523																											
Event																													

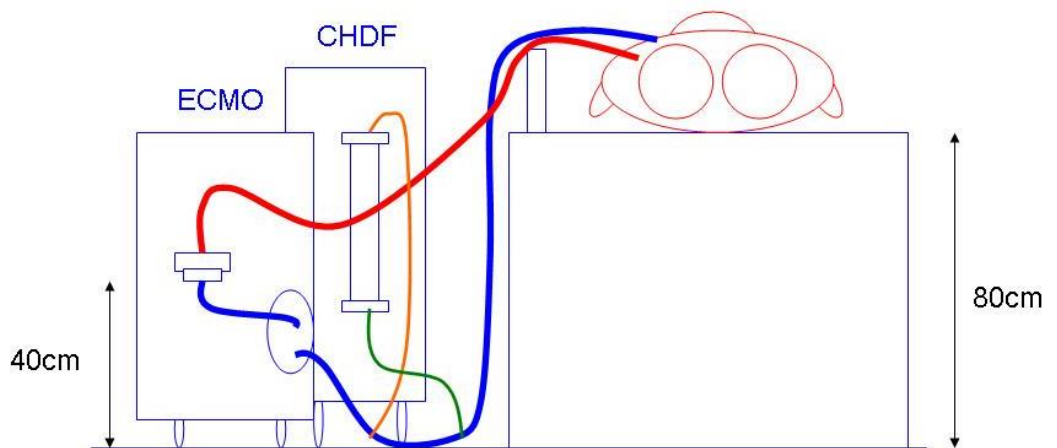
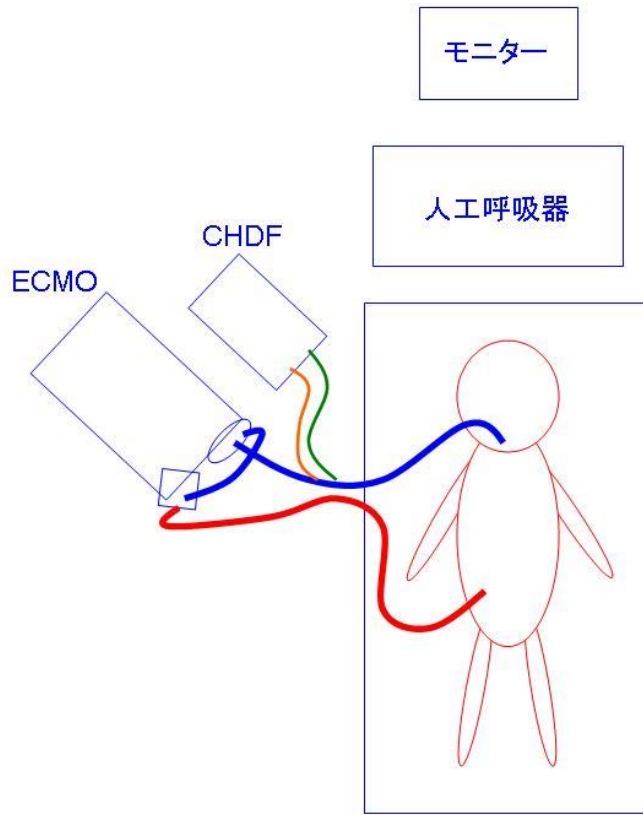
← Roc 6u →

3:10 ↑
採血 採血 採血

10:15
↓
LVDd 46
Ds 28
EF 68%
P-E O

← Roc 20u →

ECMO 配置



ICU に常備する ECMO 物品

		定数		
回路	Endumo	2		
人工肺	Biocube6000	1		
カニューレ	BM 15Fr 18cm (3/8 コネクタ)	1		
カニューレ	BM 17Fr 18cm (3/8 コネクタ)	1		
カニューレ	BM 19Fr 18cm (3/8 コネクタ)	2		
カニューレ	BM 21Fr 18cm (3/8 コネクタ)	1		
カニューレ	BM 21Fr 50cm	±		
カニューレ	BM 23Fr 50cm (3/8 コネクタ)	1		
カニューレ	BM 25Fr 50cm (1/2 コネクタ)	1		
カニューレ	BM 27Fr 50cm (1/2 コネクタ)	1		
コネクタ	3/8-3/8 ルアー 10 個入	2		
コネクタ	1/2-1/2 ルアー 10 個入	1		
コネクタ	1/2-3/8 ルアー 10 個入	1		
コネクタ	3/8-3/8-3/8 10 個入	1		
コネクタ	3/8-3/8-1/2 10 個入	1		
チューブ	1/2 1m 4 本セット	1		
チューブ	3/8 1m 4 本セット	2		
穿刺キット	エドワーズ動脈穿刺用	2	PIKA	
穿刺キット	エドワーズ静脈穿刺用	1	PIKV	
0.035 ワイヤ	テルモハーフスティッフ 150cm	1	RF-HA35153	
点滴セット	テルモオスオスコネクタ 10 個入	1		
点滴セット	エクステンションチューブ X3	4	SF-ET5527L	
圧バック	コバメット	2		
シリンジ	カテーテルチップシリンジ	2		