

グループワーク①

- Water Drill Training -

インストラクションマニュアル Vol.1.3.

プログラム

- シミュレーショントレーニングは午後の部（午前に準備）
- シミュレーションはグループワーク①, ②から成り、各々2時間で実施
- 受講生は A, B チームの 2 つに分かれて受講する

講習会時間割（例）

時間	午後の部	
	A チーム	B チーム
120 分	グループワーク① ウォータードリル	グループワーク② シナリオベースラーニング
10 分	休憩	
120 分	グループワーク② シナリオベースラーニング	グループワーク① ウォータードリル

受講生・インストラクター人数

- 受講生が 8 チーム or 4 チームの場合の人数配置

	8チーム（32名）参加の場合	4チーム（16名）参加の場合
1回の受講チーム	4チーム	2チーム
1回の受講者数	16名	8名
準備ブース数	ECMOブース：2ブース チューブコネクトブース：4ブース	ECMOブース：2ブース チューブコネクトブース：2ブース
インスト数	5名（ブース担当4名+統括1名+OJT*）	
ブースあたりのインスト数	ECMOブース：2人/ブース チューブコネクトブース：1人/ブース	ECMOブース：2人/ブース チューブコネクトブース：2人/ブース

※ ECMOブース数：TERUMO 1ブース, 泉工1ブースの2ブース（参加チーム数によって変わらず）

- タイムキーパーは OJT をお願いする
- 人手が足りなければ、統括がタイムキーパーを兼任

当日配布資料

- ECMO Daily Checklist
 - ECMO チャート
 - ECMO 定期安全管理チェックリスト
- 回路内圧異常とその原因（スライド提示でも可→「3. 回路内圧の変化」参照）

必要物品

- インストラクターは手ぶらで OK
 - 可能であれば iPad 持参
- サーキットチェック時に画像（Dropbox より）提示に使用

赤字…会場側で準備、黒字…業者側で準備

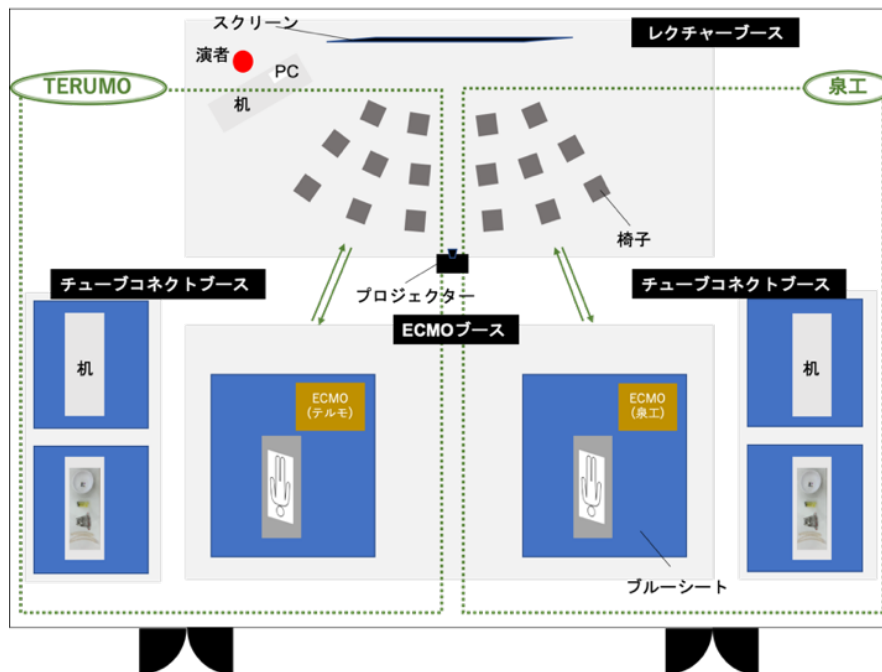
ブース	物品	必要数 (1ブース)	総必要数	備考
レクチャーブース				
レクチャーブース	PC	1台		
	机	1脚		PC台として使用
	椅子	16脚 + α		受講生の数によって前後
	テレビ or プロジェクター	1台		テレビの場合、大型画面(60inch以上を目安)を準備
	HDMI端子	1個		
	ポインター	1個		
	(マイク)	1本		※基本は不要です (会場が広い場合には準備検討)
手技ブース				
		1ブース	4ブース (2ブース)	参加者32名 (1病院4名、8病院) と仮定、カッポは4病院参加の場合
チューブコネク ト ブース	ブルーシート (180×270cm)	1枚	4枚 (2枚)	
	机	1脚	4脚 (2脚)	
	風呂桶	1個	4個 (2個)	
	防水/撥水シート (アンダーパット 60×90cm)	2枚	8枚 (4枚)	予備あり (多めに準備しています)
	チューブ (25-40cm)	4本	16本 (8本)	
	3/8inchチューブコネクタ(直)	2本	8本 (4本)	
	50mlカテテルチップ	2本	8本 (4本)	※ECMO回路ブースと共用
	クランプ鉗子	8本	32本 (16本)	※ECMO回路ブースと共用
ECMO回路ブース				
		1ブース	2ブース	参加病院数に関わらず、下記数量の準備
ECMO回路ブース	ブルーシート (330×330cm)	1枚	2枚	
	点滴台	2本	4本	
	人形	1体	2体	Little Anne(Raeldal)など人体がイメージできるもの
	机	1脚	2脚	
	キムワイプ	複数枚	複数枚	水分拭き取り用
	養生テープ (緑色)	1個	2個	
	テガダーム	2枚	4枚	カニューラ刺入部に使用 (写真: マネキン準備参照)
	ガムテープ	1個	2個	皮膚の再現 (写真: マネキン準備参照)
	透明テープ	1個	2個	ガムテープの保護 (写真: マネキン準備参照)
	油性マジックペン	1本	2本	
	ペンライト/小型懐中電灯	1個	2個	
	ECMO装置	1台	2台	TERUMO/泉工各々1台
	テクノウッド回路内圧センサー	1台	1台	TERUMO P3表示用
	外付熱交換器	1台	1台	TERUMO用 (泉工はパッケージされている)
	酸素・空気配管チューブ	1本	2本	
	Waterリザーバー付回路	1セット	2セット	TERUMO/泉工各々1セット
	交換用回路	1セット	2セット	TERUMO/泉工各々1セット
	バケツ	1個	2個	
	穴なし覆布	2枚	4枚	
	3/8inchチューブコネクタ(直)	4本	8本	
	紙コップ	2個	4個	回路交換時使用 (清潔野の充填水用)
	50mlロック付シリンジ	2本	2本	※原則不使用 (回路交換で側枝を使用する場合)
	50mlカテテルチップ	2本	4本	※ チューブコネクトブースと共用
	クランプ鉗子	8本	16本	※ チューブコネクトブースと共用
	はさみ	2本	4本	

※ テガダームは7/18の会には間に合いません。以降はセットに入ります。

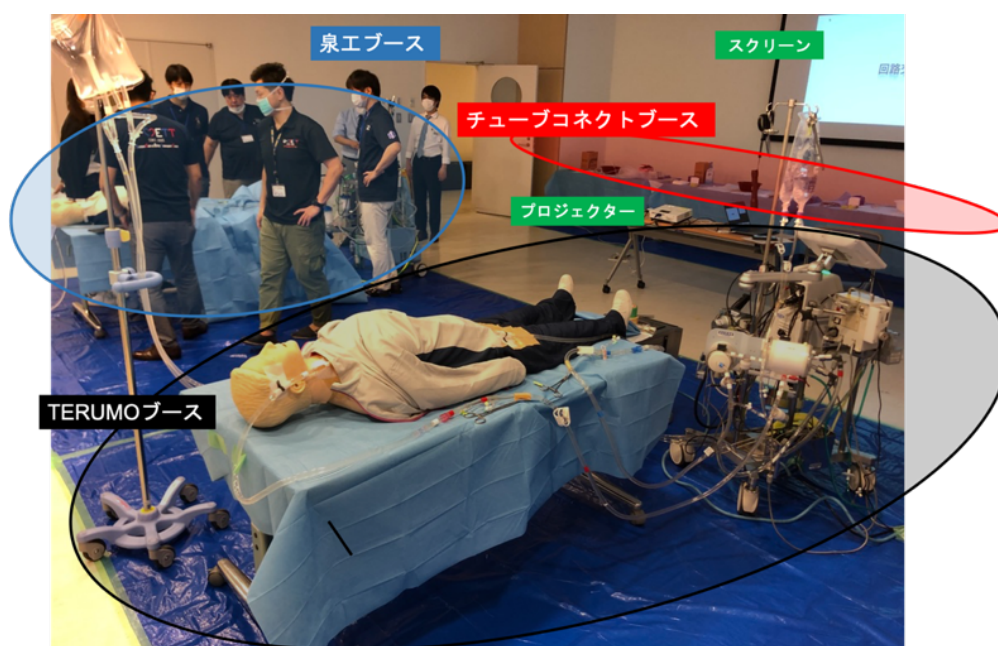
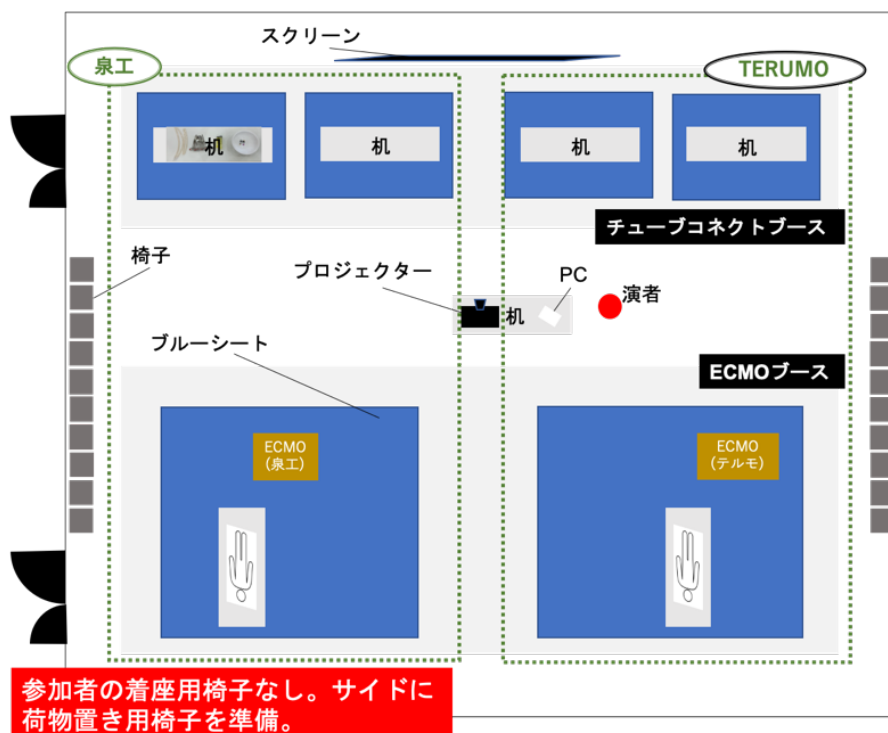
会場準備設営

- 午前中 1-2 時間ほどで各ブースの設営（図参照）
- 会場レイアウト

例) 広島会場



例) 福岡会場

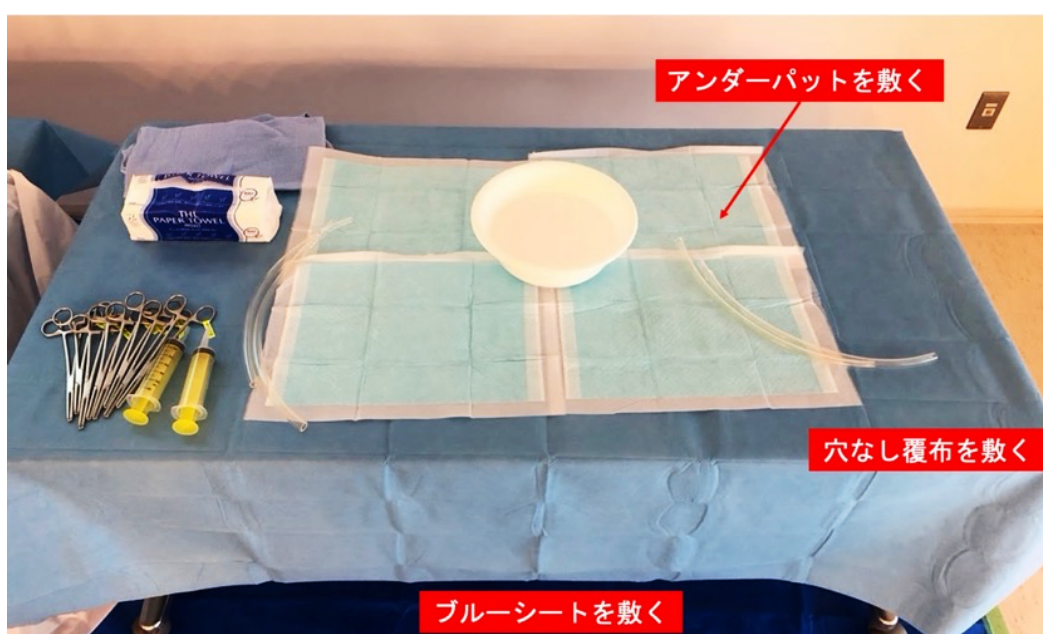


- ※ 会場の形状・大きさにより配置は臨機応変に
- ※ ECMOブースは人形の足側のスペースを広くとる
- ※ 会場が狭い場合、人形 & ECMOの配置をTERUMO/泉工で互い違いにしてもよい
- ※ レクチャーブースを設ける際には、導線簡素化のため、ECMOブース側の椅子に座ってもらう(広島会場図参照)

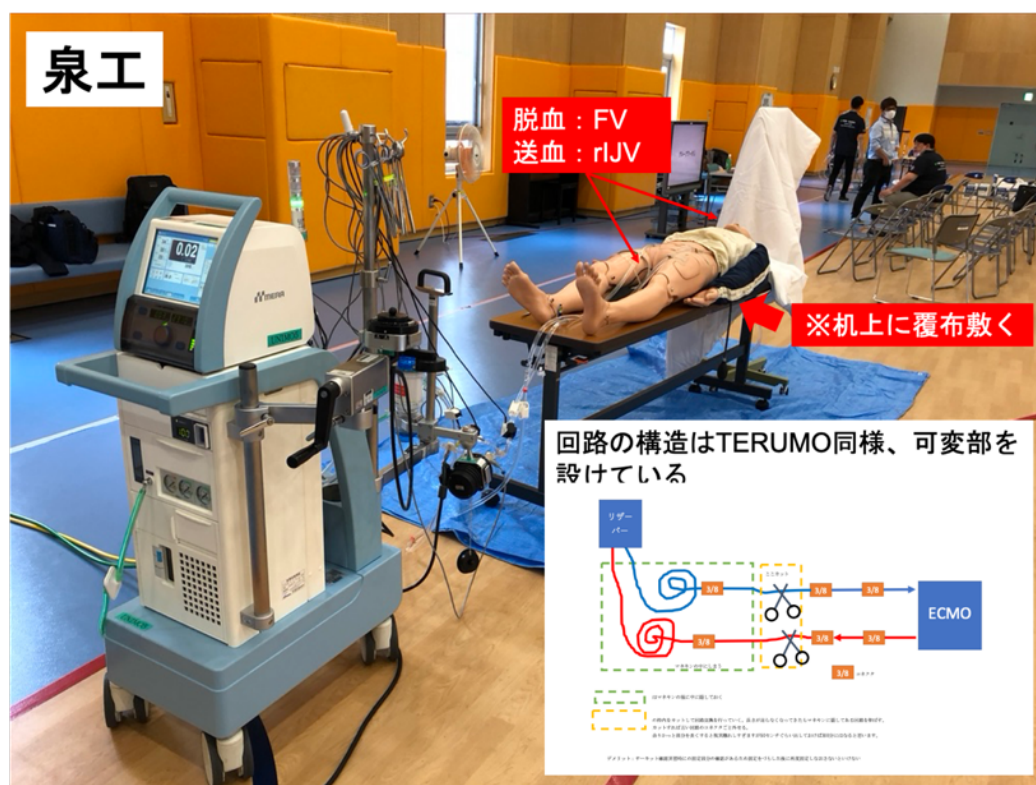
レクチャーブース



チューブコネクトブース



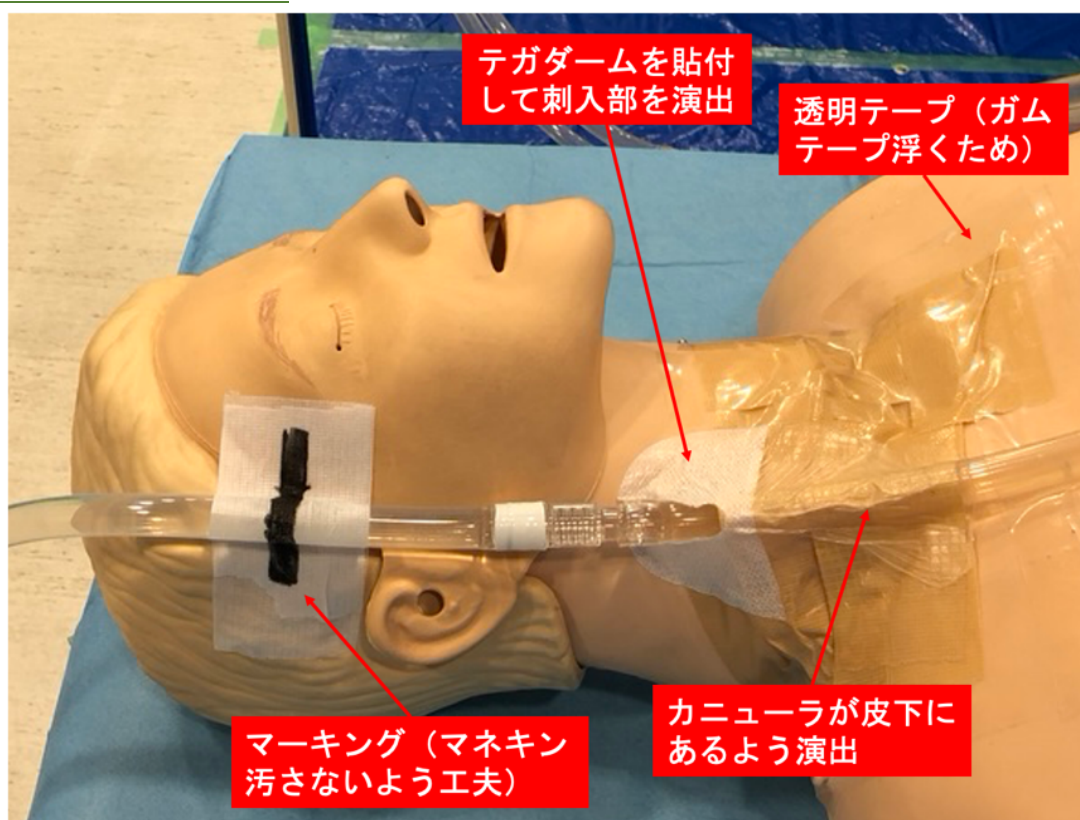
ECMO 回路ブース



マネキンと回路の設置 (例)



カニューラ刺入部 (例)



Time schedule

- 午後から 120 分コースを 2 回開催
- Time keeper は、3 つのセッションが 1 時間で終わることを指標とする

<i>Menu</i>	<i>Time (min.)</i>
1. サーキットの違い	(10)
レクチャー	(5)
グループワーク（業者より説明）	(5)
2. サーキットチェック	(30)
レクチャー	(5)
グループワーク（チェック表を基に実施）	(25)
3. 回路内圧の変化を学ぶ	(20)
レクチャー	(5)
グループワーク（圧変化の提示、各変化への対応）	(15)
4. チューブクランプ/コネクト	(10)
レクチャー	(5)
グループワーク（具体的な手技の習得）	(5)
5. ハンドクランク	(25)
レクチャー + デモ	(10)
グループワーク（チームダイナミクス）	(15)
6. 回路交換	(25)
レクチャー + デモ	(10)
グループワーク（チームダイナミクス）	(15)
7. 統括	

1. サーキットの違い 10分（レクチャー5分 + グループワーク 5分）

目標：

- ☐ 実際の回路を用いて、ECMO の構成を体系的に学ぶ
- ☐ 自施設で使用しているデバイスの特徴を把握する

当日の流れ

① レクチャー

② グループワーク

- ・ テルモ 1 ブース/泉工 1 ブースに分かれて、インスト自己紹介&アイスブレイキング
- ・ 業者がそれぞれの機器説明
- ・ インストが追加説明&質疑応答

例) 泉工

- ★遠心ポンプにピボットがない。血栓ができにくく、長期管理向き。
- ★エクセランは膜面積がかなり広い人工肺。CO₂ removal に優れる。その代わり CO₂ の微調整（Sweep）が難しい。
- ★拡張により回路内圧は 3 チャンネル表示可。3 チャンネル見えていますか？後ほどその重要性を示します。
- ★回路内圧測定センサーは外付けなので、イントロデューサー型に比べて血栓できにくいメリット有り。

例) TERUMO

- ★遠心ポンプは 2 点支持方式のピボットで耐久性高い。6 本の直線流路構造は乱流を低減し、ポンプ径が大きいため低回転で効率的な送血が可能。結果、血液ダメージを軽減。
- ★人工肺は PMP 膜。耐血漿リーク能が高い。膜面積も 2.5m² と大きい。
- ★遠心ポンプ、人工肺、回路は「X-コーティング」を採用。HIT 患者にも使用可。
- ★遠心ポンプ・人工肺はホルダー毎取り外して、足元に置くことで移動時のチューブトラブルリスクが減る。また、ホルダーは旧式・新式どちらも対応可。
- ★DMS は付属デバイスの一元的な表示ができ、経時的なデータをリアルタイムで確認可

2. サーキットチェック 20 分（レクチャー 5 分+グループワーク 15 分）

目標：

□サーキットチェックの意義を理解し、漏れなく正確に実施できる

当日の流れ

① レクチャー

② グループワーク

・チェックリスト（下図）のハンドアウト配布

・テルモ 1 ブース/泉工 1 ブースに分かれて、デモ 1 回（説明 1 人、デモ 1 人）

★長期 ECMO 管理において、5 %はトラブル対応に要する時間と言われています。トラブルが生じた際に迅速な対応ができるのはベターです。でも、それ以上にトラブルが起きる前に未然にその徴候を察知・早期発見し、対処するのがベストです。

★そのために日々、ECMO の状態をチェックしメンテナンスするのは、必須の Duty とされます。皆さんの施設では、このようなチェックリストはありますか？内容は？あるならどの職種がしていますか？

★一番ベッドサイドにいる時間の長い看護師が、1 日 3 回ダブルチェックでチェックするのが理想的（海外の ECMO スペシャリストの例を上げる）。

★それでは、デモをご覧ください（iPad で適宜トラブル例を写真提示しながら）。

・デモ後はチーム（病院）毎に実践

・各ブース 2 周くらい

・質疑応答

※ 余裕があれば、①送脱血色調差、②バックアップデバイスについても言及を。

① 送脱血色調差

脱血側	送血側	状態
黒	赤	正常
赤	赤	リサーキュレーション↑
黒	黒	酸素配管、ブレンダーの異常

② バックアップデバイス

- ハンドクランクの位置（すぐに使用できるか、姿勢に無理はないか）
- 代替機の所在、プライミングに要する時間等
- クランプ鉗子は常にカートに置いてあるか

チェックリスト

ECMO定期安全管理チェックリスト

ID:

ECMOタイプ(○つける): VV・VA・VAV

名前:

脱血カニュレ: 刺入部 _____ 先端 _____ Fr cm

送血カニュレ: 刺入部 _____ 先端 _____ Fr cm

チェックはしる点をお願いします。

		I			I			I			I			I			I			I		
		7時	15時	23時	7時	15時	23時	7時	15時	23時	7時	15時	23時	7時	15時	23時	7時	15時	23時	7時	15時	23時
記録	電源は単独使用である(赤記録)																					
	酸素・圧縮空気配管の接続に漏みはない																					
カニュレ	ガスチューブの接続が適切である																					
	カニュレ刺入長に変化はない(緑のズレ)																					
ECMO回路	カニュレ刺入部に出血・腫脹・発赤はない																					
	回路が屈曲していない																					
	回路の各接続部に漏みはない																					
	回路内に血栓・フィブリンはない																					
	回路内に気泡はない																					
接続	回路に破損はない																					
	三方活栓の向きは正しい(開閉になっていない)																					
ポンプ	側枝部分に血栓・フィブリンはない																					
	速心ポンプに異音はない																					
人工肺	速心ポンプに血栓・フィブリンはない																					
	人工肺から血栓・フィブリンはない																					
アラーム	人工肺に破損はない																					
	延流量アラーム設定は指示通りである																					
その他	圧アラーム設定は指示通りである																					
	熱交換器の温度設定は指示通りである																					
	血尿は見られていない																					
	足背動脈は触知できる																					
	サイン(指差No)																					
	サイン(指差No)																					

ECMOチャート

No.

ID

年 月 日 (ECMO日数:) 氏名: 年齢: 性別: M F 身長: cm 体重: kg

ECMO設定変更時は赤字で記載!!

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
設定	速心ポンプ回転数[rpm]																								
	ECMO流量[L/min]																								
	Sweep gas流量[L/min]																								
	Sweep gas のFIO ₂ [%]																								
	熱交換器設定温度[℃]																								
	記入者サイン																								
アラーム設定	ECMO流量・下限[L/min]																								
	P1 下限 (-100~)																								
	P2 上限 (300)																								
	P3 上限 (300)																								
	記入者サイン																								
看護師記入	脱血圧P1 [mmHg]																								
	肺前圧P2 [mmHg]																								
	肺後圧P3 [mmHg]																								
	脱血SvO ₂																								
ME記入	記入者サイン																								
	pH																								
	PaCO ₂																								
	PaO ₂																								
	SaO ₂																								
	記入者サイン																								

3. 回路内圧の変化 20 分（レクチャー 5 分+グループワーク 15 分）

目標：

- ☐トラブル毎の P1-3 の変化を理解する
- ☐各々の変化に対して、こういった対処法があるかを把握する
- ☐P4 は必須ではないが、その意味について理解する

当日の流れ

① レクチャー

② グループワーク

・テルモ 1 ブース/泉工 1 ブースに分かれて、回路内圧のクイズ（ファシリテーター 1 人、
圧調整役 1 人）

・圧調整役は黒子となり適宜回路を partial clamp

・各圧センサーの脱血側を partial clamp することで圧異常を再現

・受講者から ECMO 回路が見えないようシートを被せる（図）などして、クイズを実施

★皆さん、ベースラインの回路内圧を覚えてください

★低流量アラームになりました→それぞれ 3 つの P の変化を言ってください

★3 つの P の変化のベクトルを言えば、その変曲点がトラブル箇所とわかりますよね？

★それぞれのトラブル箇所を当ててもらったら、原因の検索方法・原因ごとの対処法を考え
てもらおう

脱血不良・・・原因を問う。位置異常、脱血チューブのキンク、血栓、血管内脱水など

闇雲な輸液負荷をしない。カニュレ位置補正、もしくは低回転にして経過観
察できるかも

ポンプ不良・・・回路交換？血栓かエアか

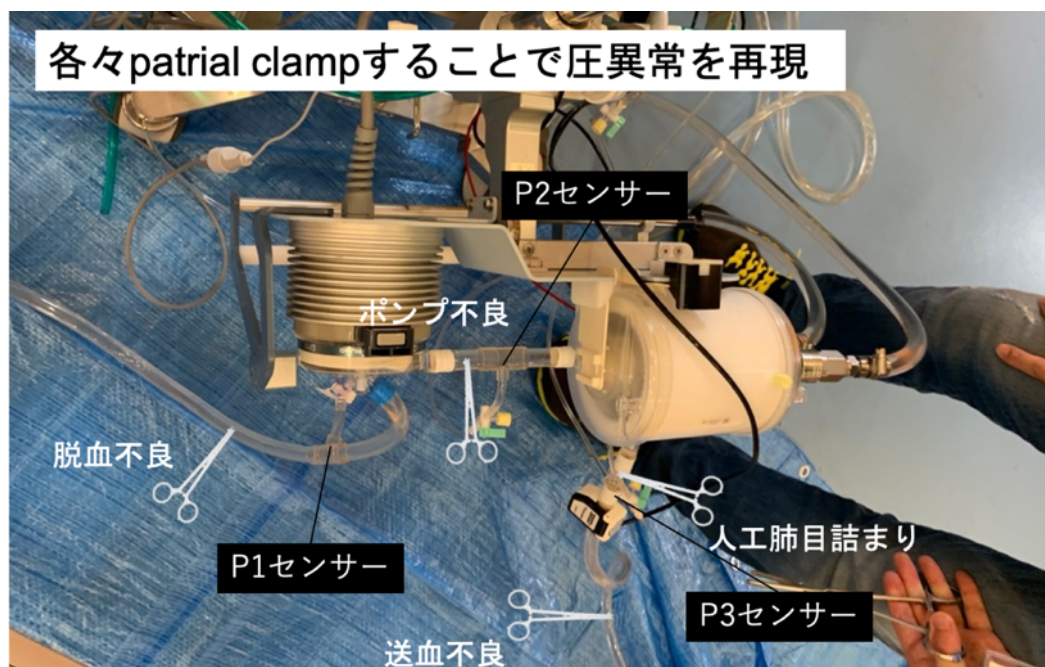
人工肺不良・・・徐々に血栓形成するパターンが多い。△P を意識

★ECMO チャートでの 2 時間毎の回路内圧の記載の重要性を強調。トラブルが起きたとき
に ECMO サイドにこのチャートがあることでベースラインからの変化がわかる。つまり変
化のベクトル向きから原因検索をすぐに行うことができる。回路内圧は ECMO のバイタル
サインだ、と強く認識してください！

Clamp 操作時の覆布（例）

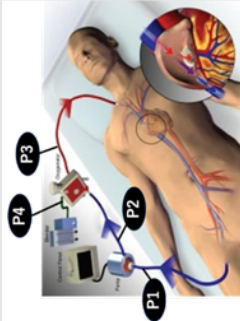


回路内圧異常を再現する際の clamp 部位



※ Clamp 部位は「変化を出したいセンサーの脱血側」

回路内圧の変化



	ECMO流量	P1 (脱血圧)	P2 (肺前圧)	P3 (肺後圧)	P4 (送気圧)
脱血不良	↓	↓	↓	↓	↑
ポンプ不全	↓	↑	↓	↓	↑
人工肺目詰まり	↓	↑	↑	↓	↑
送血不良	↓	↑	↑	↑	↑
Wet lung・ 血漿リーク	↑	↑	↑	↑	↓
送気不良・ ガスライン外れ	↑	↑	↑	↑	↓

4. クランプ鉗子の使用法 10分（プレゼン5分+グループワーク5分）

□正しいクランプ鉗子の使用方法を学ぶ

□チューブコネクト法を学ぶ

① レクチャー

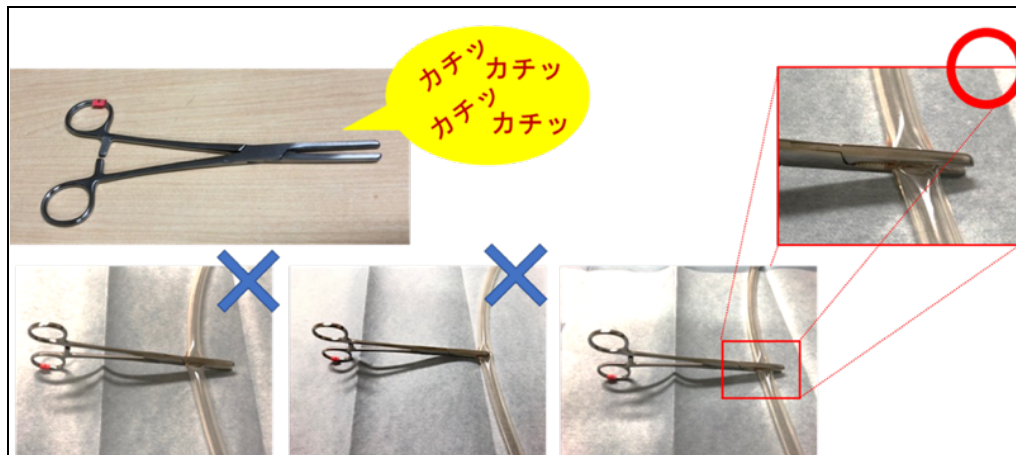
② グループワーク

・チーム毎にチューブコネクトブースに分かれて実践

★クランプ鉗子の噛み方

鉗子の中央部で、爪の数だけカチッと音が鳴るまで噛む

浅いと不十分なクランプ、深いとチューブ破損のリスクであることにも言及



★滴下法・圧迫法

チューブのお尻を合わせる（図矢印）ようにしてコネクトすると、空気が入りにくい



5. ハンドクランク 30 分（レクチャー&デモ 10 分+グループワーク 20 分）

目標：

- ☐ ECMO トラブルが生じた際には、まず患者と ECMO を分離する
- ☐ フローダウン、フローアップの際のクランプ鉗子の手順を学ぶ

当日の流れ

① レクチャー

② グループワーク

- ・テルモ 1 ブース/泉工 1 ブースに分かれて、デモ 1 回（説明役 1 人・デモ役 3 人）

●あらかじめ、ECMO コンソールの電源を off にし、コンセントを抜いておく

★発見者は画面が付いていないことを確認し、応援を呼ぶ。

★1 人がリーダーとなり、役割分担を指示（各人員を誘導する）。

デモ① 人工呼吸器設定の変更、患者管理

「Lung rest 設定から緊急呼吸器設定へ変更しました」「引き続き患者管理します」

デモ② 送脱血回路をクランプ、ハンドクランクの立ち上げ（最初 2 人で）

クランプは送血→脱血の順で（声に出しながら）

ハンドクランク開始時には、回路の順に進める（脱血側をデクランプ→1,000rpm→送血側をゆっくりデクランプ→元の回転数まで up）

デモ③ 原因検索（ハンドクランクが立ち上がったら、1 人は原因検索へ誘導）

チェックリストの順に見ていくと、最初に電源コードの接続を確認することになる

★コンセントが抜けているのを発見し挿入。再度 ECMO コンソールの電源を立ち上げると、正常に稼働していることを確認する。

★「1 時間ほど前に CT 室から帰室したが、おそらくコンセントを入れそびれたのではないか」とリーダー役が発言し、ハンドクランクを中止し、ECMO コンソールに付け替え作業へ移行することを宣言。

★1,000rpm へフローダウンし、送血→脱血の順でクランプ。遠心ポンプを付替え再開（脱血デクランプ→1,000rpm→送血デクランプ→元の回転数）。

- ・デモ後に以下 3 点を簡単に説明

① ハンドクランクの使い方 ECMO flow down/up の手順

② 回路停止/再開の際の手順

③ 空気塞栓や血栓塞栓症等のリスクを減らすため、ポンプオンの際には 1,000rpm 前後でゆっくりと開き、いつでも再クランプできるようにする

・1 病院 1-2 回行うように

★インストは神の声でアドバイスを。

TERUMO に関して

★ハンドクランクは逆方向に回転させてもまわります。この際、ハンドクランクの rpm は上がりませんが、遠心ポンプは逆回転します。血流方向は変わりませんが、目標の流量が確保できない可能性があります。注意しましょう。溶血リスク増大の可能性あり。

6. 回路交換 30 分（デモ&レクチャー 10 分+グループワーク 20 分）

目標：

☐ チームダイナミクスを学ぶ

当日の流れ

① レクチャー

② デモ

・ 泉工 1 ブースに全員集まり、デモ 1 回（説明役 1 人・デモ役は 4 人）

● 始めに、説明役から COVID-19 の汚染を減らすため、ECMO デバイスの持ち込みを制限したやり方であることに言及する。

● 清潔野の操作（デモ役 2 人）と新回路の接続（デモ役 2 人）を別々に説明する。

★ まず清潔野の操作から見ていきましょう。すでに新しい回路が組んでありますので、そちらを清潔野に渡します。この際、新回路のチ送脱血側を 1 箇所ずつクランプしておきましょう。本コースではこちらの指定する部分をクランプ（下図）。また、本来はチューブカットし、チューブコネクタを接続する必要がありますが、今回はカットした体で、先端のチューブを外してチューブコネクタを残してください。

★ 切断部位、クランプとカットの位置関係、カットの工夫についても言及（講義を反映）。

実演①

フローダウンし、クランプ後に回路を停止。送血/脱血側を解説しながら、別々に回路交換を実施（2 回見てもらう）。

★ 次に回路側です。新回路には酸素ポンプが接続されています。送脱血側を各々 1 箇所ずつクランプしておきます。また、あらかじめ圧センサー・温度センサーを移し、旧回路にはフローセンサーのみが装着されている状態にします。

実演②

フローダウンし、クランプ後に回路を停止（再度演出）。ホルダーから旧回路を外し、新回路を設置します。その後、フローセンサーを移します。

★ これで清潔野、新規回路の接続が終了しました。最後に、術野のクランプ鉗子をすべて外し、新規回路側で操作をします。

実演③

脱血側をデクランプ、回転数を 1,000-1,500rpm まで上昇させ、送血側をゆっくりデクランプ。元の回転数まで上昇させます。

★ 以上が回路交換の一連の流れになります。30-60 秒以内に終わることを目標とします。どのくらい時間がかかるか、実際に測ってみましょう。

- ・ 泉工ブースではデモに使用した回路を早急に現場復帰

③ グループワーク

- ・ デモ後、テルモブース/泉工ブースに分かれてチーム（病院）毎に実践
- ・ 1病院1回は行うようにする

※1 チーム4人なら、2施設合同の8人で2回実施してもよい

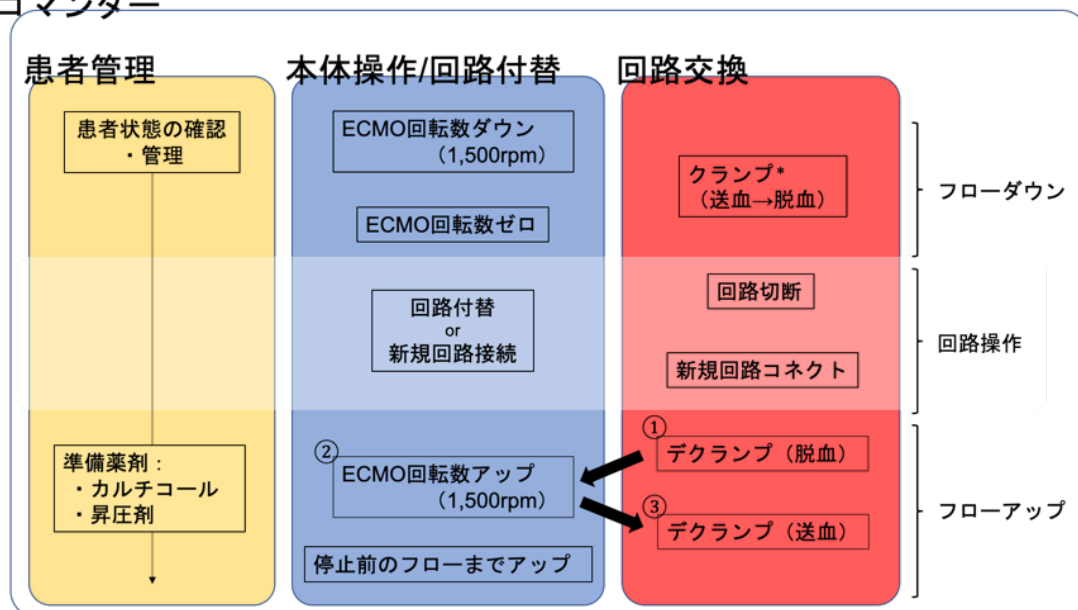
- ・ 手順：

1. 役割分担

★ 1周目はチームの人数次第で、役割をインスト側で設定した方がスムーズ

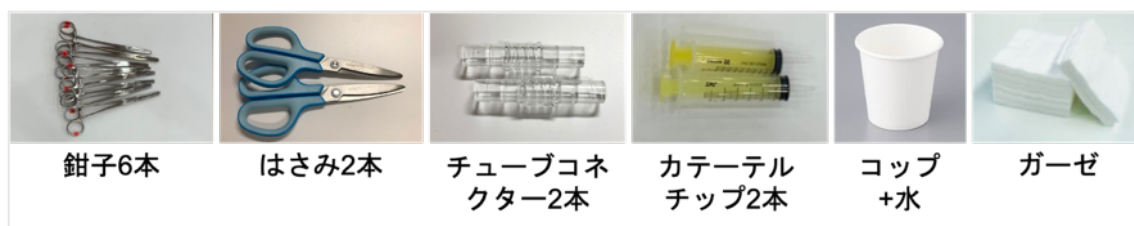
- ① コマンダー（1人） 統括、タイムキーパー
- ② 患者管理（1人） 患者管理、薬剤管理（①と兼任可）
- ③ 本体の操作（1人） 本体の操作、クランプ、回路付替 or 新規回路接続
- ④ 回路交換（2-4人） クランプ/デクランプ、回路切断、コネクト

コマンダー



2. 必要物品の準備

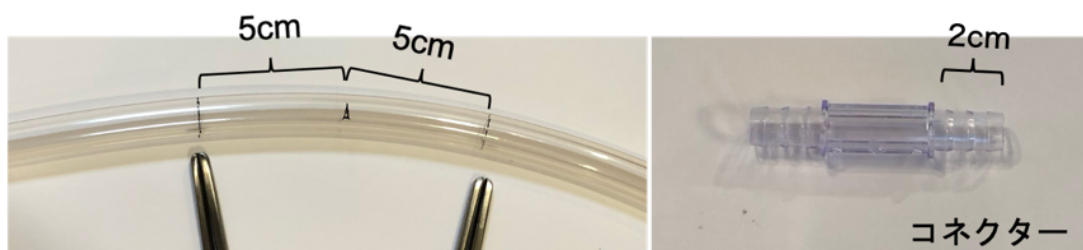
- ・ 必要物品をチーム内で確認し共有する



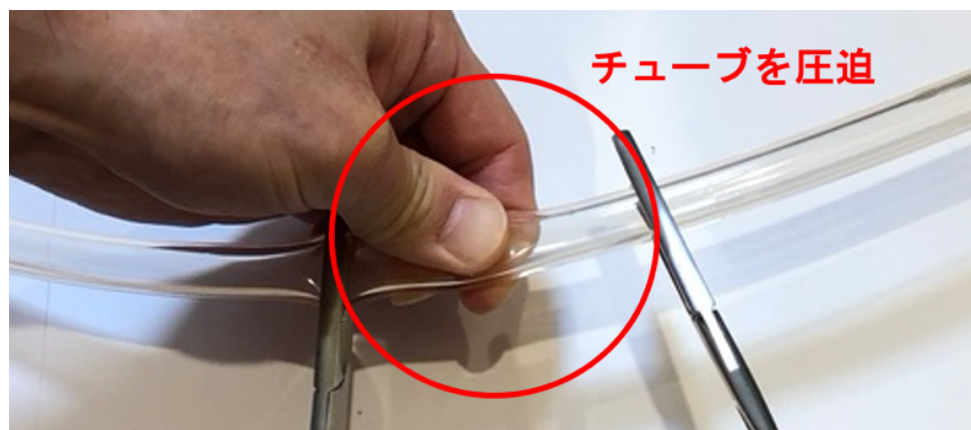
★ 本コースではチューブコネクターは不要（下図参照）な旨伝える

3. 回路交換の実践

- ・ 切断部位の決定
- ・ クランプとカットの位置関係

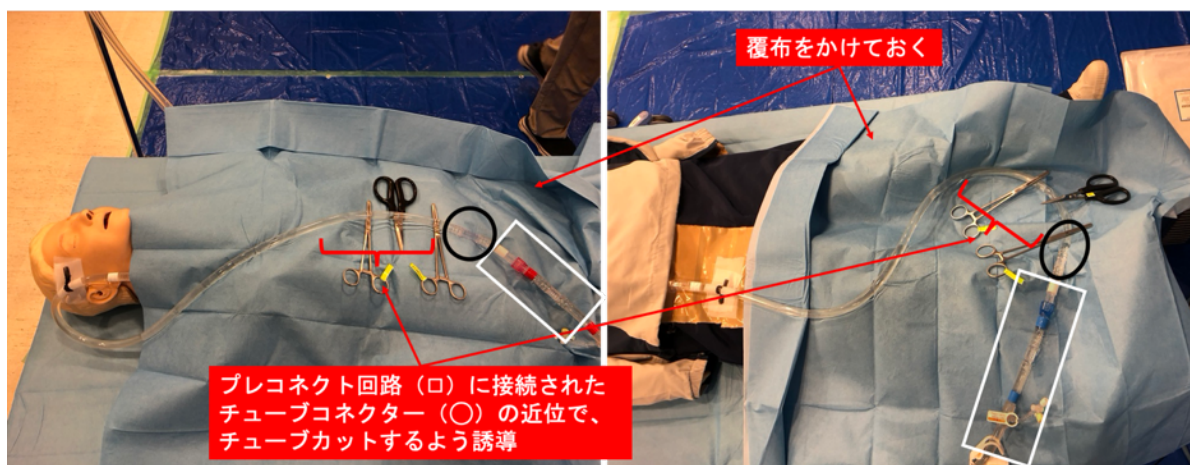


- ・ カットの際の工夫



※ 一度チューブを圧迫せずにカットしてもらい、水が飛ぶことを体験してもらってもよい

回路交換の準備

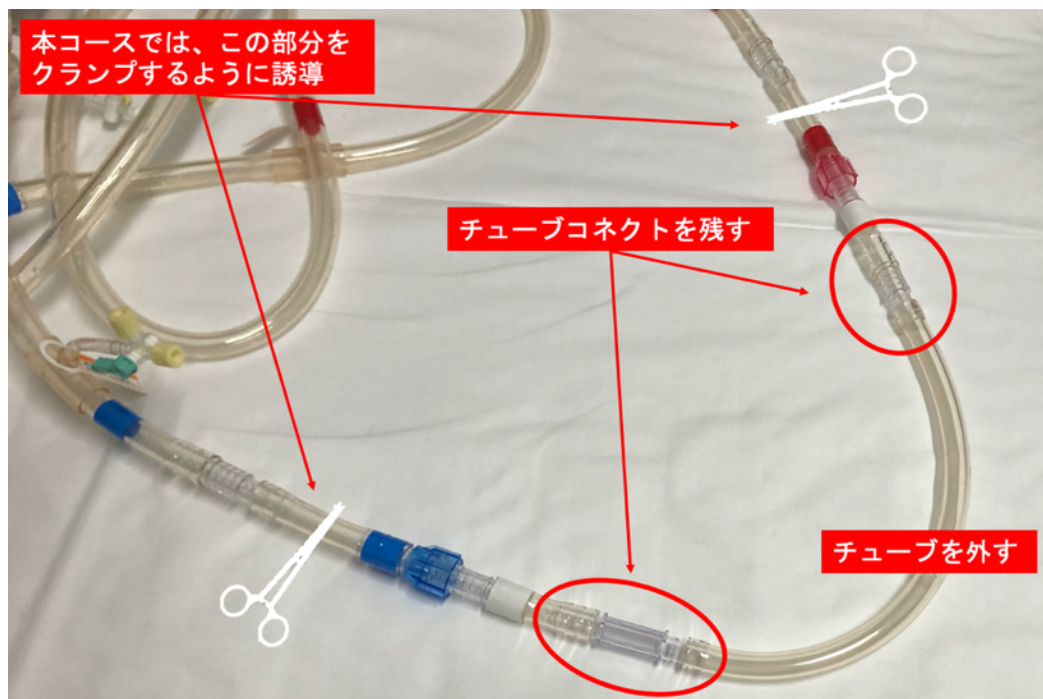


交換用回路 (TERUMO を例に)



- ※ TERUMO/泉工ともに同じ構造のプレコネクト回路が2つあり、それを使い回す
- ※ 回路交換後は、デブリーフィング中に現状復帰する必要がある (業者と協力)

交換用回路の先端部分の構造と再利用法



回路交換の様子



7. 総括/まとめ

★water drill いかがだったでしょうか？

★長期の呼吸 ECMO を行う上でトラブルシューティングは必須のスキルです。

★まず、回路のコネクトでもクランプ鉗子の使い方はテニスで言う素振りです。やればやるだけうまくなる

★ハンドクランクや回路交換などは、実際、ぶっつけ本番ではかなり難しいことが理解いただけましたよね

★繰り返しになりますが、呼吸ECMO管理中5%の時間は必ずトラブル対応が迫られます。

★その練習をしないとでは天地の違いです。

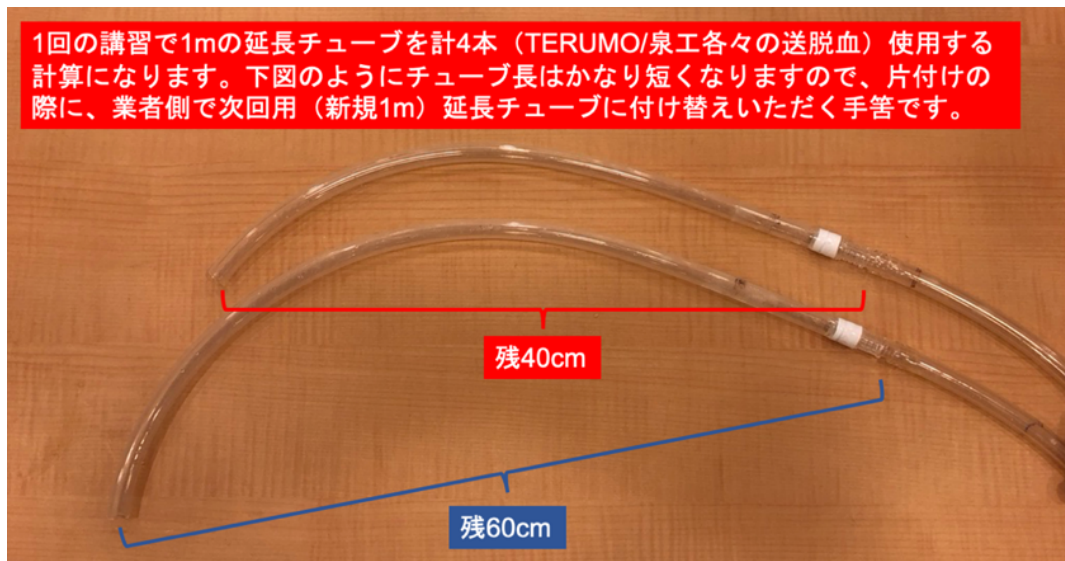
★シナリオ simulation は敷居が高いイメージだが、water drill は道具もそれほど必要なく簡易的に行うことが可能です。ぜひ皆さんの施設でも定期的に実践してみてください。

★ちなみに海外の習熟した ECMO センターでは2-3ヶ月に一回はかならずこのような Water drill トレーニングを自施設内で行っています。

片付け

- TERUMO/泉工が物品の采配をしています
- インストラクターの皆様には、可能な限りお手伝いいただければ幸いです
- 以下、参考までに掲載します

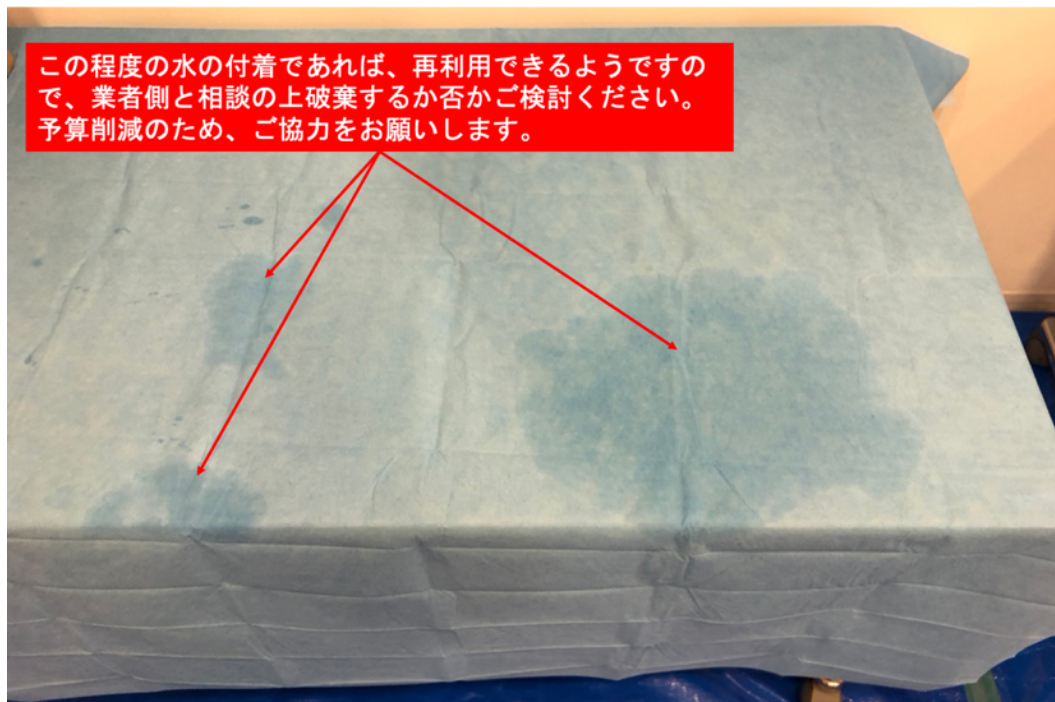
リザーバー側の回路交換4回終了後のチューブ



現状回復図（プレコネクト回路）



覆布は再利用できるか...



改定：

インストラクションマニュアル 0.0.	2020.04.26
インストラクションマニュアル 1.0.	2020.06.16
インストラクションマニュアル 1.1.	2020.06.23
インストラクションマニュアル 1.2.	2020.06.28
インストラクションマニュアル 1.3.	2020.07.04

P.3 物品リスト変更（インスト準備品がなくなりました）

P.4,5 会場設営図のコメント追加

P.7,8 マネキンの設置、カニューラ刺入部の設定の詳細を追加

P.17 ハンドクランクデモのコメント追加

P.19 回路交換デモのコメント追加

P.22,23 回路交換時の準備、交換用回路の構造写真追加

P.25,26 片付け追加