ECMO 原理與加護照護

回路、判讀與照護

趙玼祥醫師

高醫附設醫院 / 體系小港醫院 心臟血管外科

ICU 護理師教育訓練｜ 2026.09.29 ｜小港 ICU B



Wilson clinical workshop ｜內部教學｜教學材料，非院內 protocol 、處方或設備操作授權

你有想過怎麼幫心臟動手術嗎？

心臟在動

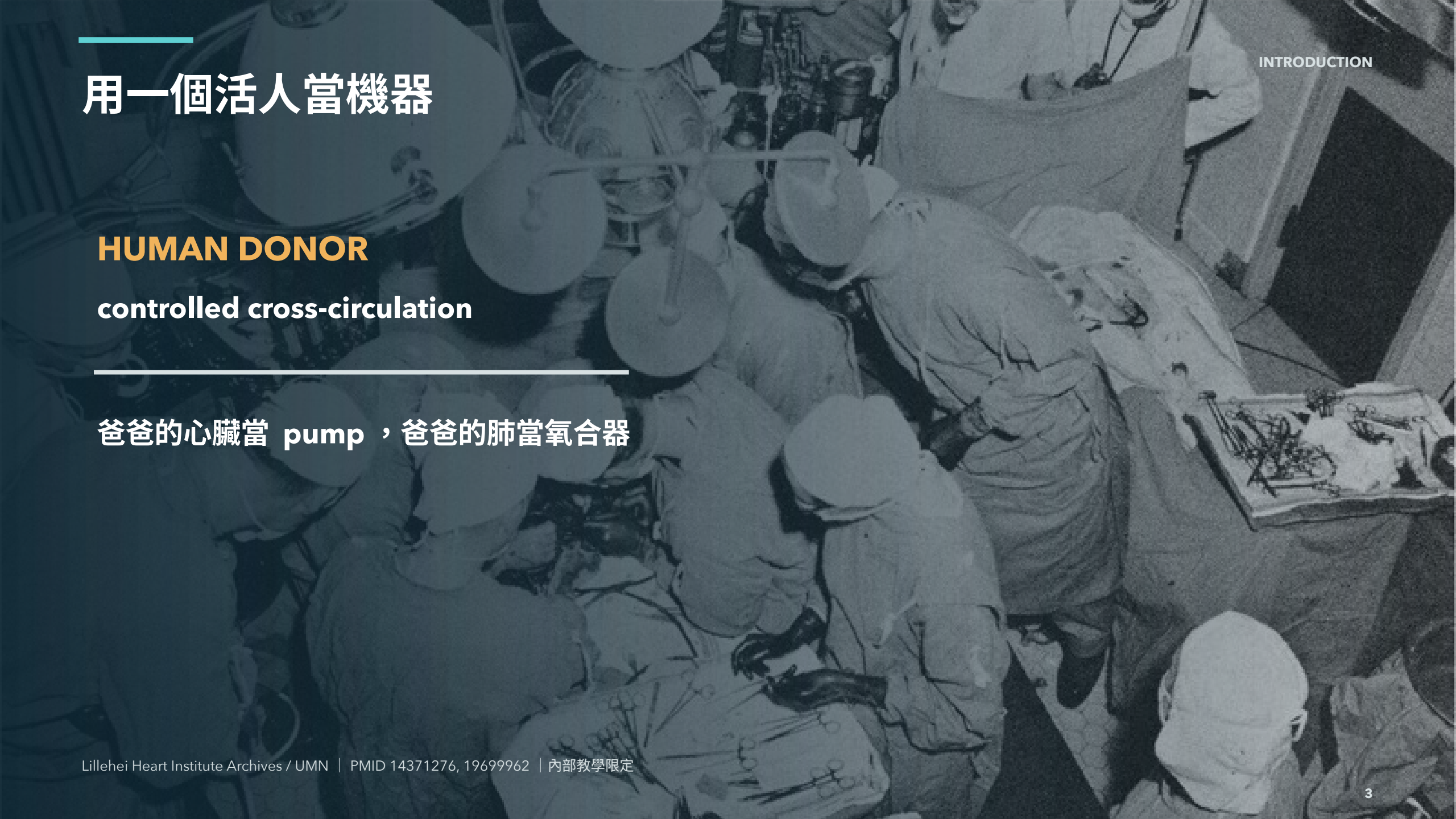
裡面都是血

循環與氧合，由誰接手？



手術情境示意（AI 生成）｜非真實病人、手術紀錄或術式解剖圖

用一個活人當機器



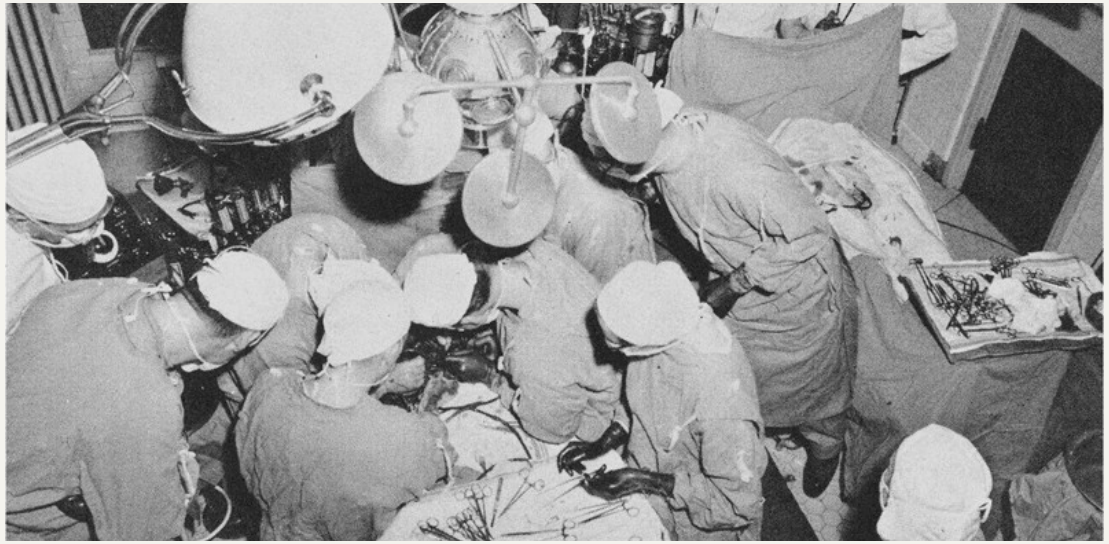
HUMAN DONOR

controlled cross-circulation

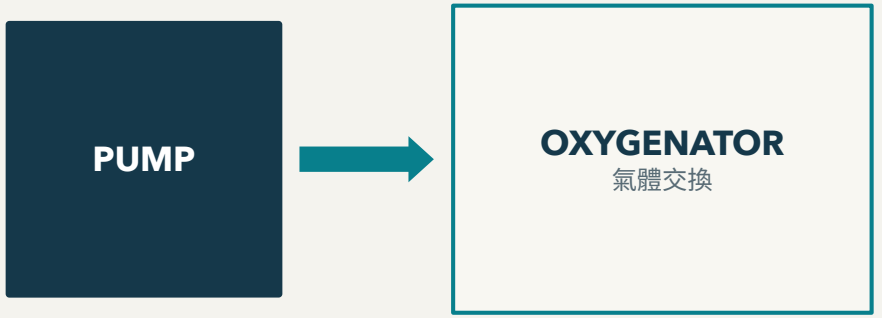
爸爸的心臟當 pump ，爸爸的肺當氧合器

Lillehei Heart Institute Archives / UMN ｜ PMID 14371276, 19699962 ｜內部教學限定

同年代的兩種答案



人｜1954–55｜Lillehei controlled cross-circulation

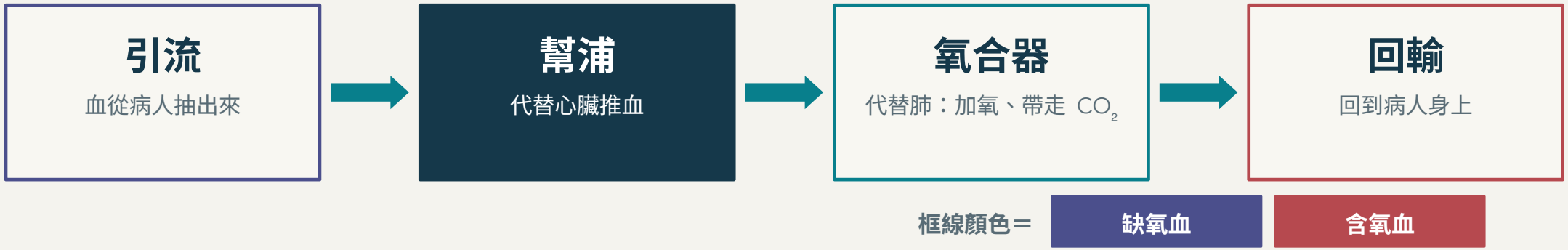


機器｜1953｜Gibbon pump-oxygenator

同一題｜誰來維持循環與氧合？

PMID 13109890; 14371276; 19699962

ECMO 回路



血從哪裡出來，回到哪裡

今天整堂課都照這個順序走：引流 → 幫浦 → 氧合器 → 回輸 → 回到病人

ELSO Circuits guideline （Gajkowski 2022）

VA ／ VV 回輸位置

VV

靜脈引流 → 幫浦＋氧合器 → 回靜脈

幫氣體交換｜循環靠病人自己的心臟

VA

靜脈引流 → 幫浦＋氧合器 → 回動脈

循環＋氣體交換｜自己的心打得出的血，仍走原路

看血回到哪裡：回靜脈是 VV ，回動脈是 VA

ELSO Adult VV guideline p.603 （增加 VV circuit Flow 不改善血壓）；ELSO Adult VA guideline

ECMO 買到的時間

ECMO 不會治好心，也不會治好肺

1. **維持器官灌流與氧輸送**
2. **治療造成衰竭的原因**
3. **照顧好每一個器官**
4. **評估恢復，或決定下一步**

數字正常，就夠了嗎？

機器上的數字看起來都很正常，病人就得到足夠的支持了嗎？

今日病人：周邊股動脈 VA

引流 › 幫浦 › 氧合器 › 回輸 › 病人



接班第一件事：一起核對，記下核對時間

- 病人現在怎麼樣
- 插管位置與固定、回路外觀
- 右手與兩腿的血氧：各是多少、在哪量（尤其插管那條腿）
- 機器上的值

沒拿到的數字寫「待核對」，不自己補成正常值｜合成病例

床邊四個值

設定｜旋鈕轉出來的

RPM

Sweep

ECMO gas FiO_2

呼吸器 FiO_2 是另一個設定，分開記

結果｜量出來的

Flow

這個病人、這條插管、這套回路條件下的血流

CentriMag 只有 RPM 、 Flow ｜ ECMO 多了氧合器，才再加 Sweep 、 gas FiO_2

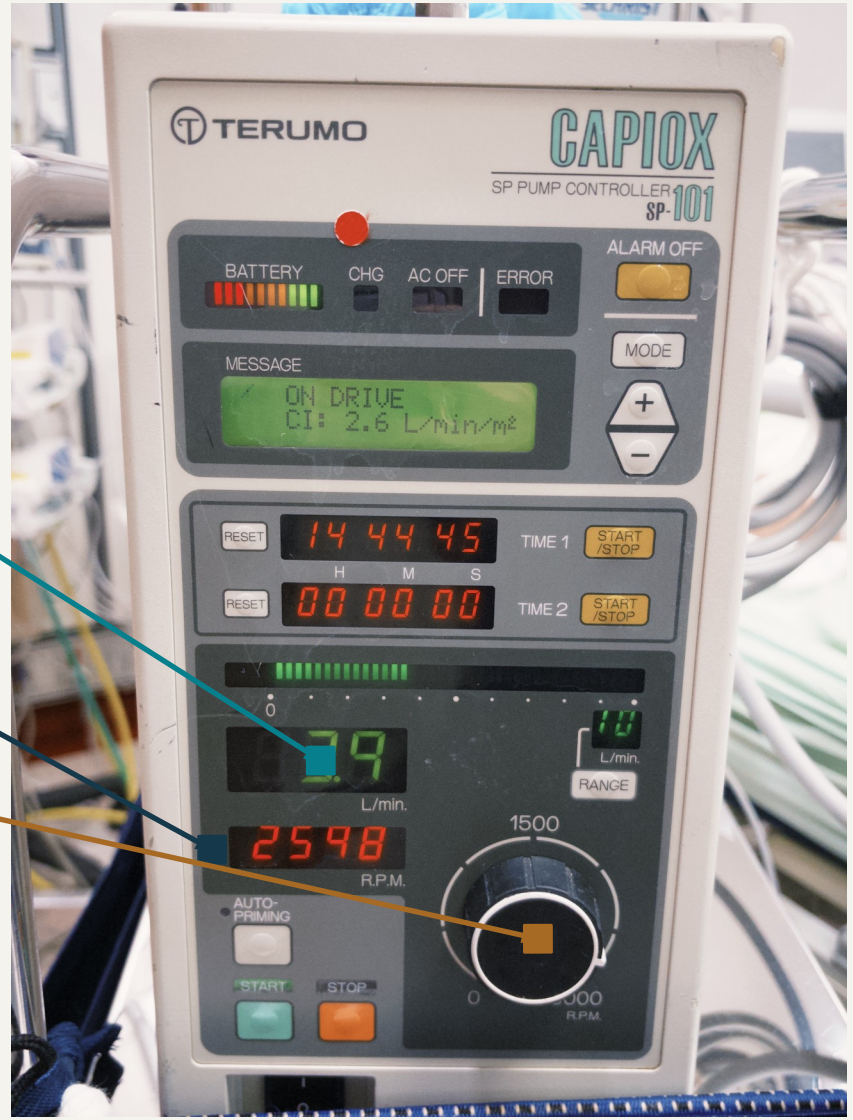
blood Flow ＝回路血流（主機）　sweep gas flow ＝吹進氧合器的氣（ flowmeter ）

CAPIOX 控制器

Flow ｜量出來的

RPM ｜轉速設定

旋鈕｜調 RPM

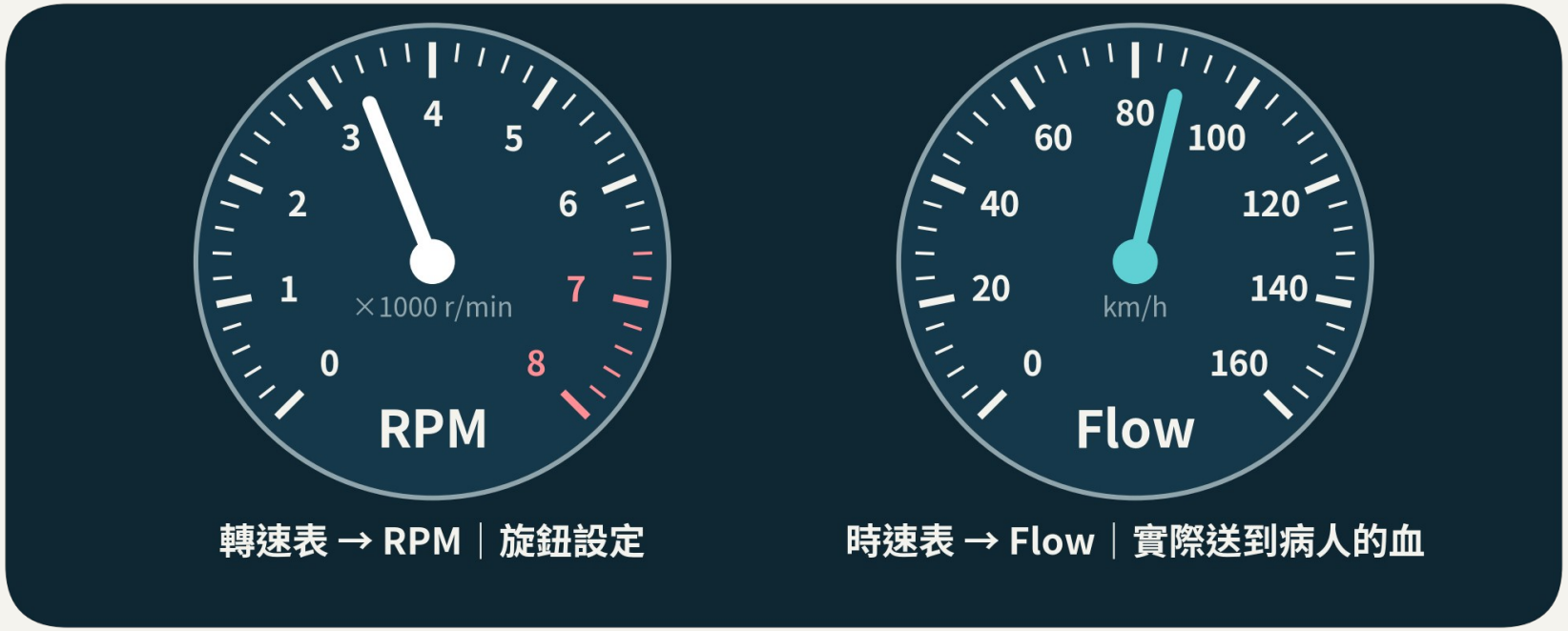


照片上的數字是拍照當時，不是參考值

照片：趙玭祥醫師 2025-03-11 《ECMO 基礎教戰守則》｜數值為拍照當時，非參考值

轉速與車速

引流 › **幫浦** › 氧合器 › 回輸 › 病人



轉速表 → RPM｜旋鈕設定

時速表 → Flow｜實際送到病人的血

開車看的是車速，不是一直盯轉速表

報 Flow ，也一起報當時的 RPM

轉速不變，Flow 為何改變？

Flow 的四個影響因素

引流 › **幫浦** › 氧合器 › 回輸 › 病人

前面吸不吸得到血，後面推不推得出去

引流端 → **幫浦** → **回路** → **回輸端**

回流
血管內容積不夠、咳嗽用力
IVC 塌陷 → 引流管抖（chatter）

體位／插管
翻身、屈髖、cannula 位置

RPM 不變
（本頁前提）

回路阻力
扭到、壓到、血栓、氧合器阻力

後負荷／血壓
血壓越高，同 RPM 推出去越少

Flow 掉了，先找哪一段卡住，不是先加 RPM

ELSO Adult VV guideline p.606 （chatter / suck-down）

翻身後 Flow 下降

引流 › 幫浦 › 氧合器 › 回輸 › 病人

RPM 沒變

Flow 下降

引流管在抖

你先看哪裡？

Low flow ：一段一段找

引流 › **幫浦** › 氧合器 › 回輸 › 病人

病人
血壓、灌流、意識

→

插管
體位、髖部、固定、深度

→

回路
壓到、扭到、拉到

同時通知 ECMO team

不能直接下結論

- 先把 RPM 往上加
- 看到 chatter 就說缺水
- 直接說 cannula 跑掉

這次查到

髖部姿勢＋外面管路被拉到 → 團隊調整後， Flow 回到原本趨勢， chatter 消失

補液、調 RPM 、重新定位 cannula ：授權團隊決定

立即通報的狀況

Flow 一下掉一大截、管路抖得很厲害、快要沒有 Flow → 先通知，不要慢慢找

AIR	PUMP	GAS	POWER
管路有空氣	幫浦停／沒有 Flow	氣源出問題	電源出問題

報：位置｜什麼時候開始｜ alarm ｜ RPM ／ Flow ｜病人有沒有變

緊急操作照機型訓練與院內 protocol

ELSO Adult VV guideline p.606 ； ELSO Circuits guideline

血進到氧合器，要看什麼？

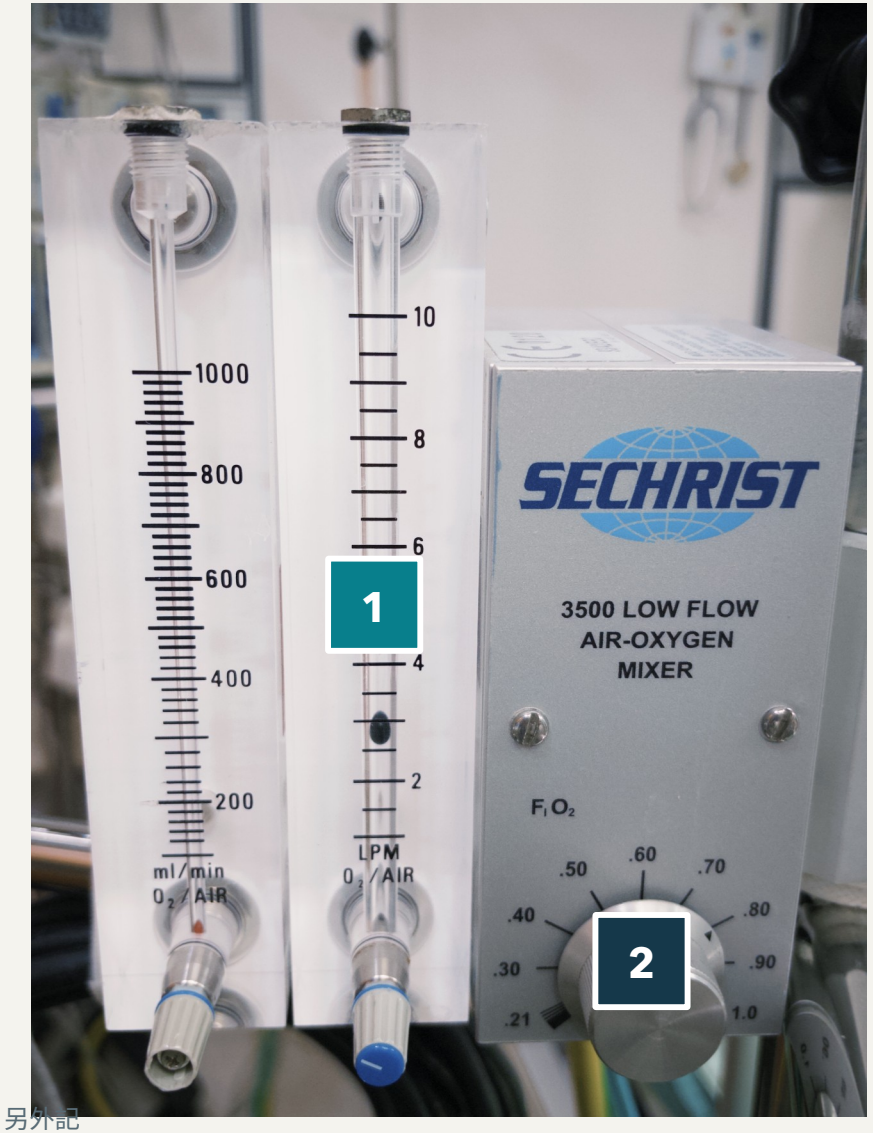
Blender 與 flowmeter

1 **Sweep ｜ flowmeter （中間那支 LPM ）**

2 **gas FiO_2 ｜ blender 旋鈕**

Sweep 管 CO_2 ｜ gas FiO_2 管氧

病人氧合還受 blood Flow 、 Hb 、自己的心肺、採血位置影響



照片：趙玭祥醫師 2025-03-11 《ECMO 基礎教戰守則》｜數值為拍照當時，非參考值｜呼吸器 FiO_2 另外記

初始設定的四層依據

引流 › 幫浦 › **氧合器** › 回輸 › 病人

文獻

只給剛上機的起點： ELSO VV 例子 Sweep 、 blood Flow 各 2 LPM 起步，再頻繁調整｜VA 沒有通用 FiO_2 起始值

病人與 mode

VA 或 VV 、自己的心肺、現在的 CO_2 與 pH

機型與氧合器

例如廠商規定的 sweep 上限

醫囑與院內 protocol

床邊真正照做的依據

ELSO Adult VV guideline p.603 （2 LPM 為 VV 啟動例子，不是運轉目標、不是院內 protocol）

調整前：分工與核對

引流 › 幫浦 › 氧合器 › 回輸 › 病人

護理端

看到、核對、通報

授權團隊

照醫囑調整

調之前先確認

- mode
- blood Flow
- 氣源／氣路
- flowmeter 、 blender 刻度
- 呼吸器
- 血氣：哪裡抽、何時抽

調整方向與幅度

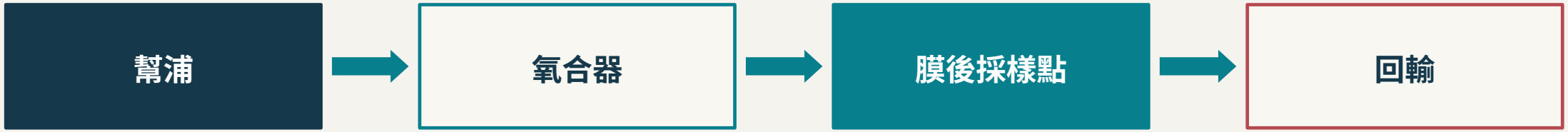
$PaCO_2$ 偏高	先核對、通報 → 團隊評估要不要加 Sweep
gas FiO_2 已很高仍不夠	先看 gas FiO_2 與氣路；仍不夠 → 不是再往上轉：機器還是病人？分不清就通報
調多少	照醫囑與院內 protocol ｜團隊慢慢調
為什麼慢	CO_2 降太快與神經學損傷有關；剛上機尤其要避免

ELSO Adult VV guideline p.603 ； ELSO Adult VA guideline Table 9 （p.841）

膜後血氣，跟手上的 ABG 差在哪？

膜後血氣

引流 › 幫浦 › 氧合器 › 回輸 › 病人



膜後血氣

看機器送出來的血

病人手上的 ABG

機器＋病人自己心肺混合的結果

氧合器出問題的線索 → 一起通報

- **膜後血氣比之前差**
- **氧合器或管路看到血塊**
- **同 RPM 下 Flow 慢慢掉**

誰抽、從哪個 port 抽：照院內分工

ELSO Circuits guideline p.145

下半身高氧

股動脈回輸：氧合器出來的血，先直接送到下半身

ELSO 例子：每次改 ECMO 設定後抽膜後血氣

膜後 CO_2 正常、PO_2 約 150 mmHg （slight hyperoxemia）

不是病人動脈血目標

不是氧合器效能標準

不是小港 target

ELSO Adult VA guideline Table 10 「Lower body hyperoxemia/hypocapnia」 （p.841）

血從股動脈打回去，會發生什麼事？

插管側肢體

股動脈插管 → 那條腿遠端可能不夠 → 通常加一條遠端灌流管

兩邊比

- 顏色、溫度
- 脈搏或 Doppler
- 感覺與運動
- 遠端灌流管有沒有扭到、夾住

分清楚是哪一種

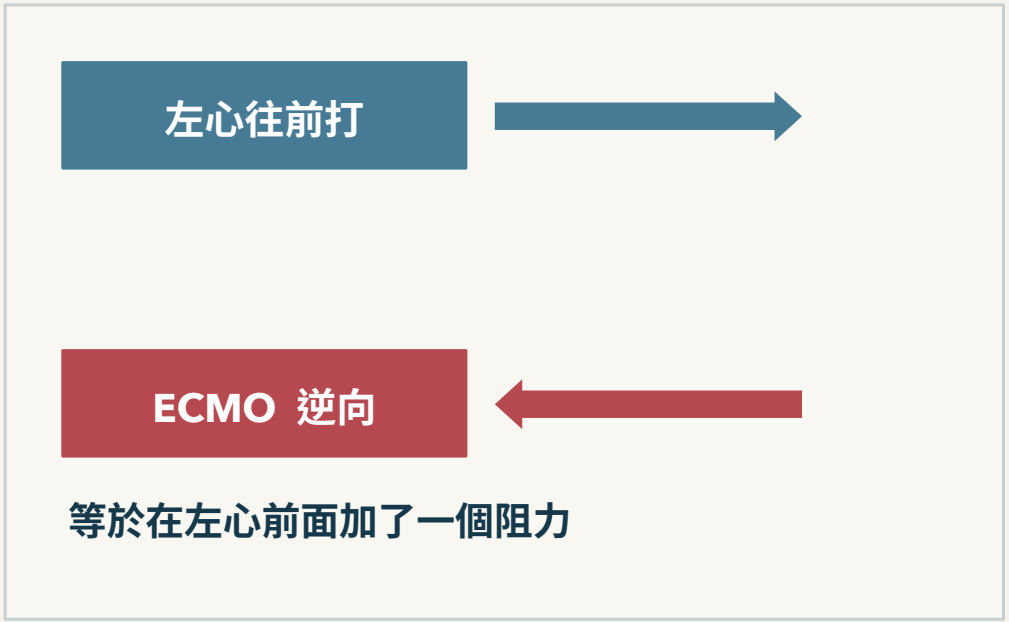
- 動脈灌流不夠
- 靜脈腫、 DVT
- 傷口出血

翻身後重新確認深度標記與固定

ELSO Adult VA guideline pp.829-830 （周邊股動脈插管建議遠端灌流）

VA 與左心負荷

引流 › 幫浦 › 氧合器 › 回輸 › 病人



床邊要看

- 脈壓：自己的心還有多少在打
- 主動脈瓣有沒有打開
- LV 有沒有脹大
- 肺水腫有沒有變多

血壓太高， Flow 打不出去、左心更吃力；太低，灌流不夠——範圍由團隊定

ELSO Adult VA guideline p.834 （脈壓） 、 p.839 （ LV 後負荷與 distension ）

右手氧合下降

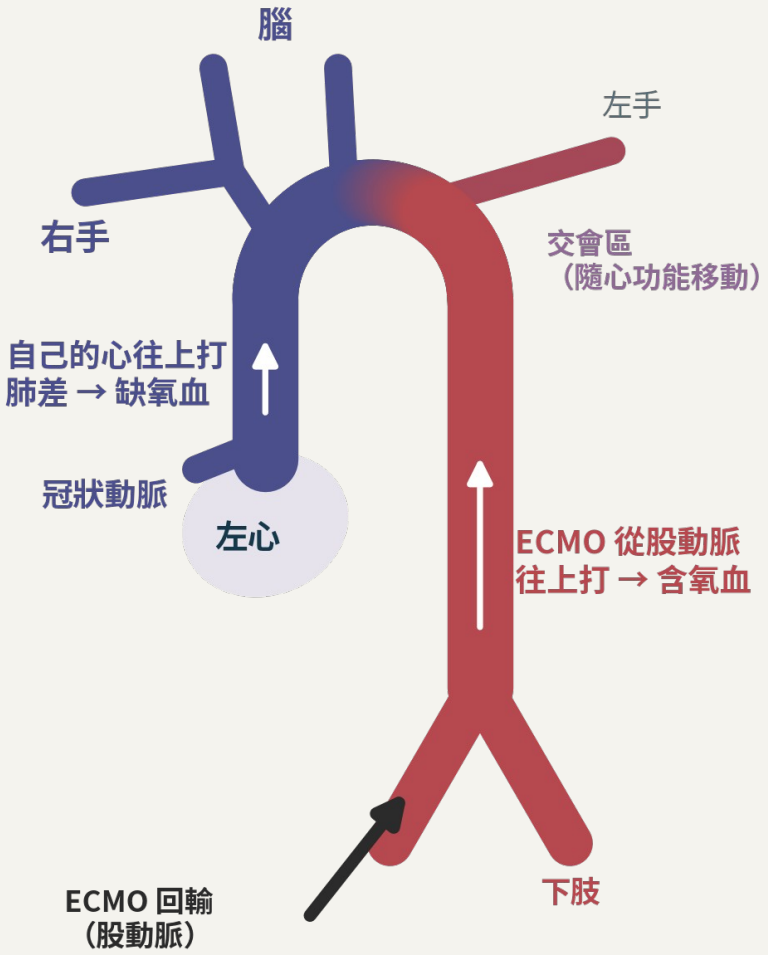
引流 › 幫浦 › 氧合器 › 回輸 › 病人

右手 SpO_2／右橈血氣	下肢	膜後血氣
↓ 比 baseline 低	↑ 比較高	↑ 比較高

為什麼只有右手低？

Differential oxygenation

引流 › 幫浦 › 氧合器 › **回輸** › 病人



先核對

- 訊號可信嗎：波形、探頭位置
- 脈壓很小時 SpO_2 可能不準 → 右橈血氣
- 每個數字在哪量

膜後、下肢好，不代表上半身好
右手／右橈是上半身哨兵

這次重評：右手仍低於 baseline 、未再降；團隊評估中

未解事項交班

趨勢｜下次何時看｜誰在追

調呼吸器、 Flow 、 ECMO 配置：團隊處理

示意圖：非解剖比例｜ ELSO Adult VA guideline p.834 、 p.839 Table 8 （右橈與右手監測）

數字正常，病人真的夠了嗎？

回路走完一圈，回到病人身上

Flow 是否足夠

引流 › 幫浦 › 氧合器 › 回輸 › 病人

原則：能讓器官灌流足夠、不要無氧代謝的最低 Flow ，同時讓左心還能往前打

灌流

MAP 與脈壓、末梢、尿量、乳酸

氧輸送

Hb 、 SvO_2 ／ $ScvO_2$ （在哪抽）、右手氧合

左心

主動脈瓣、 LV 大小、肺水腫

趨勢

比之前好還是壞

需要多少，團隊依病人與支持目標決定，不是一個固定 target

ELSO Adult VA guideline p.839

每班器官評估

引流 › 幫浦 › 氧合器 › 回輸 › **病人**

血液	**出血、血栓、溶血**	位置、變化、檢體時間；異常連同出血、血塊一起報；不自行停或調 heparin
神經	**瞳孔、意識、抽搐**	最後一次正常的時間、近期 $PaCO_2$ 趨勢
腎與液體	**尿量、 Cr 、電解質、 balance**	CRRT 叫時，一起看 ECMO Flow 有沒有變
每日照護	**肺、感染、鎮靜／ delirium**	營養、皮膚、活動、器官功能趨勢

調整、 clamp 、 hand-crank 、換 pump ／ oxygenator 、重新定位 cannula ：照授權團隊、機型訓練與院內 protocol

ELSO Anticoagulation guideline ； ELSO Adult VA guideline Table 9

Take-home messages

1 **看血回到哪裡**

回動脈 VA ，回靜脈 VV ； VV 不直接幫循環

2 **RPM 是設定， Flow 是結果**

Flow 掉了先找卡在哪；報 Flow ，也報 RPM

3 **「夠」不是一個數字**

灌流、氧輸送、左心、趨勢；先問血氧在哪量

4 **有變化時**

病人 → 插管 → 回路 → 通報 → 重評與交班

回到開場

怎麼幫心臟動手術？

從另一個人的心肺，到今天的機器

ECMO 替病人買時間；床邊確認器官真的拿到足夠的血與氧氣

謝謝