

# 出國報告（出國類別：進修）

## 術中心臟電生理研究與先進胸腔心臟中心觀摩

服務機關：成大醫院心血管外科

姓名職稱：主治醫師 胡祐寧

派赴國家：荷蘭

出國期間：2025/9/26-2025/11/9

報告日期：2025/11/13

## 摘要

本次進修於荷蘭鹿特丹 Erasmus Medical Center，主要觀摩心臟電生理研究技術與先進胸腔心臟中心的手術流程與管理。首先，學習教授 Natasja de Groot 的心外膜電氣測定(epicardial mapping)及心外膜與心內膜同時測定(simultaneous epi-endocardial mapping)技術，利用 192 電極小型電極板系統測量心房 9 個位置的電氣傳導，每位病人可獲得 1728 個位置的訊號，並透過專用軟體生成傳導方向圖、速率及波型分析。其次，觀摩手術室流程、先天性心臟病手術、體外循環管理及心導管手術，學習其流程改善及效率提升策略。此外，觀察 Erasmus MC 對資源進行自動化管控，包括晶片追蹤及臨時置物櫃系統，保障資源公平與使用效率。此次進修使我深刻體會精密心臟電生理研究、手術流程管理與智慧化資源管控的重要性，對未來臨床與研究應用具體啟示。

關鍵字：

心臟電生理 (Cardiac Electrophysiology)

術中流程管理 (Intraoperative Workflow Management)

# 目次

目的.....	P.1
過程.....	P.2
心得.....	P.10
建議事項.....	P.10
附錄.....	P.11

## 目的

本次進修的主要目的是觀摩與學習心臟電生理研究方法，以及先進胸腔心臟中心的手術流程與管理模式。具體目標包括：

1. 了解 Erasmus Medical Center 心臟手術前後的心外膜電氣測定技術( epicardial mapping ) 及同時心外膜與心內膜電氣測定 ( simultaneous epi-endocardial mapping ) 的操作流程。
2. 學習如何將大量心房與心室電氣訊號進行收集、分析與可視化，並理解這些數據在術中與術後研究的應用。
3. 觀摩先進胸腔心臟中心的手術室運作、心臟手術流程、術中監測及體外循環管理，以借鑒其流程改善與多學科協作經驗。

## 過程

此次進修前往荷蘭鹿特丹的 Erasmus Medical Center (圖一)，參與學習 Natasja de Groot 教授在心臟電生理領域的研究工作。

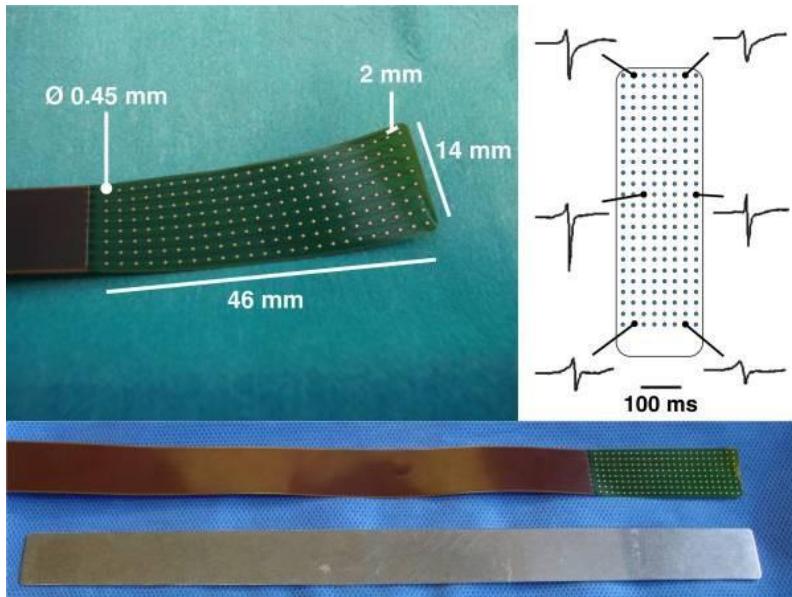


圖一、Erasmus MC

Erasmus MC 是荷蘭最大的大學醫院，除了 Medical Center 之外另設有 Sophia Children's Hospital 以及 Cancer Institute，根據 Newsweek 的 2025 年世界最佳醫院，Erasmus MC 在荷蘭所有的醫院中排名第二。Erasmus MC 與成大醫院有很多相似之處，其一，它是非常年輕的醫院，它的前身 Dijkzigt Hospital 在 1961 年成立，但一直要到 2002 年，Dijkzigt Hospital、Sophia Children's Hospital 以及 Daniel den Hoedkliniek 三家醫院正式合併，才有現在的 Erasmus MC。其二，雖然聽起來規模像是很龐大，但其實 Erasmus MC 只有 1233 張病床，其中重症加護床位 121 張，手術室總共 39 間，認真說起來只比成大醫院略大，故而其臨床實務經驗值得成大醫院學習。

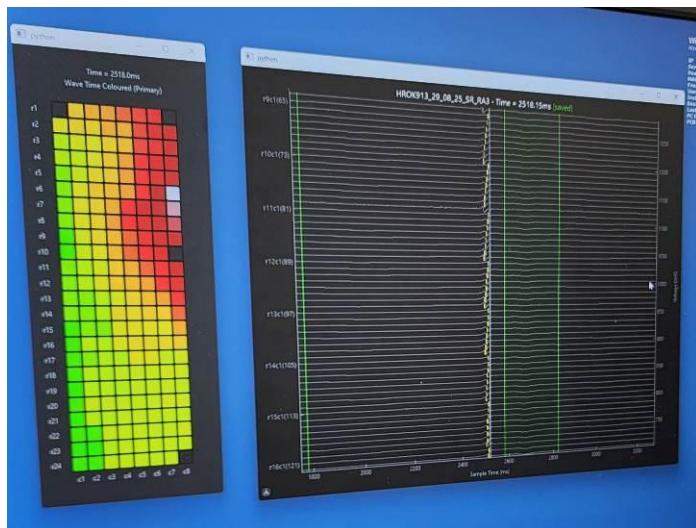
### 心臟電生理研究技術

Natasja de Groot 教授專精於心臟手術前後的心外膜電氣測定 (epicardial mapping)，在特定情況下亦可同時進行心外膜與心內膜電氣測定 (simultaneous epi-endocardial mapping)，並搭配心律調節誘導技術。教授設計了一種小型電極板系統 (如圖二)，每片電極板上配置 192 個電極，用以測定心房九個不同位置的電氣傳導，心室電氣亦可透過相似方法進行測量。



圖二、電極板，from [1]

在心房測量中，每位病人可獲得多達 1728 個不同位置的電訊號資訊。資訊工程人員針對這些訊號設計了專用分析軟體與程式(如圖三)，可生成心房電訊號的傳導方向圖(如圖三左)，計算各導極間的傳導時間及傳導速率，同時偵測單個電位點的電壓與電訊號波型。



圖三、心臟電氣分析軟體

透過上述系統，每位病人的心房可產生包含方向、傳導時間、傳導速率、電壓及波型等多項電氣參數。結合病患不同疾病類型及心臟超音波結果，可進一步分析不同病患群在心房傳導特性上的差異，為術中心臟電生理研究提供高精確度、量化的數據支持。

## 先進胸腔心臟中心觀摩

在 Erasmus Medical Center 進修期間，我參觀了手術室，並在 de Groot 教授與 Taverne 醫師的協助之下，獲准觀摩多台心臟手術。與台灣不同，Erasmus MC 的分科是 Cardiothoracic Department (心胸外科)，血管科另行分科。由於我本身專長於心臟領域，因此未觀摩胸腔手術，但值得一提的是，Erasmus MC 的肺移植手術頻率極高，每週至少一台，有時甚至達到一週三台。院內同一名醫師可於早上進行冠狀動脈繞道手術，下午再進行肺移植，充分展現其多元手術能力。

Erasmus MC 的核心優勢並非在於高科技設備，而在於流程改善。2020 年，該院發表手術流程改善計畫[2]，計畫實施後，隔年心臟手術量比前一年增加 165 台。在當前醫療人力短缺、資源有限的環境下，學習其流程管理經驗具有重要啟示。

手術室設計特別，設有對外窗（圖四），雖然因無菌與 HEPA 過濾無法開啟，但窗外可見中庭與對面建築物，術中可透視外界，外界亦可看到室內，為特殊體驗，顯然台灣民眾接受度可能不高。



圖四、手術室內對外窗

我特別觀摩了以下重點：

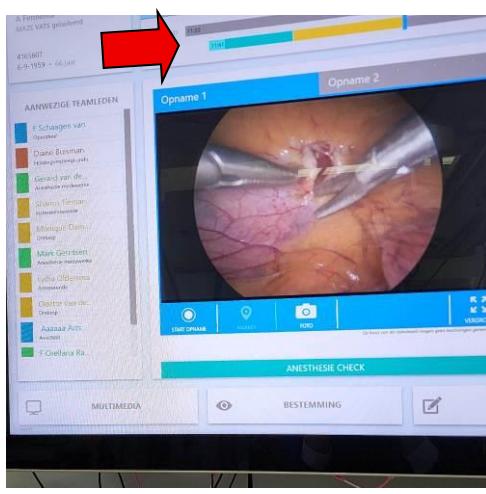
### 1. 手術操作流程

手術室旁設有準備室（圖五），可進行麻醉插管及中央靜脈導管置放，病人間的交接與房間清理同步進行，縮短空窗期。



圖五、手術準備室

術前，全體團隊（主刀醫師、第二醫師、助手、流動與刷手護理師、麻醉護理師、麻醉科醫師、體外循環師）皆與病人會面、自我介紹，並確認手術內容後才進行麻醉，避免病患麻醉後才發現主刀醫師不在院內，導致病人躺在手術台上等醫師的窘境。手術中螢幕顯示預計手術時長與實際時間對比（圖六紅箭頭處），幫助醫師掌握時間。麻醉藥物透過自動連結幫浦與系統記錄（圖七），減少護理師負擔。



圖六、手術中螢幕，紅箭頭指出手術時長



圖七、給藥幫浦與麻醉紀錄系統

## 2. 心臟手術觀摩

觀摩先天性心臟病手術，這一部分是 Dr. Yannick Taverne 的專長，如 Ross procedure 與 Rastelli operation，使用 homograft 縫合後出血少，即使複雜手術亦能縮短止血

時間，雖則我本身並非做先天性心臟病手術的醫師，但因 Erasmus MC 之中有 Sophia Children's Hospital，先天性心臟病手術確實是其大宗，且是發展相當成熟的一塊。其他的成人心臟手術，包括冠狀動脈繞道手術，瓣膜手術，主動脈手術，心臟移植，或微創手術也相當繁多。另外，Erasmus MC 每年約有 20 台心臟不停跳、不接體外循環的外科手術心房顫動消融術（mini-Maze），此次極其有幸可以觀摩到一台由 Dr. van Schaagen 操刀的 mini-Maze，雖然手術中需要使用到許多耗材，但由於不接體外循環且不必鋸開胸骨，病患術後也不需要住加護病房。

### 3. 體外循環與血流監測

近紅外線組織含氧量偵測並非每位病人常規使用，但在從股動脈設置體外循環的病患，會使用到兩組近紅外線組織含氧量偵測，包括腦部與腿部，如圖八，可以看到設置股動脈的右腿組織含氧量明顯變差，這時候外科醫師就會知道他需要多放遠端循環導管。



圖八、近紅外線組織含氧量偵測

體外循環的部分，大部分的溫度在 32-35 之間（圖九，為一台冠狀動脈繞道手術加主動脈瓣置換，溫度只到 35 度），主幫浦使用離心式幫浦（圖十），其他幫浦則搭配滾輪式，唯有病患是小孩的時候會將主幫浦換成滾輪式（圖十一）。除此之外，自股靜脈設置體外循環的病患，會多加一組離心式幫浦逆向拉出靜脈血（圖十二），藉以確保心臟的 deloading（減量）與體循血流量沒問題，我過去從未聽過或看過這樣的作法，也從未在 paper 上看過有人這麼做。



圖九、體外循環溫度 35 度



圖十、離心式主幫浦



圖十一、小兒心臟手術改滾動式主幫浦



圖十二、雙離心式幫浦輔助

#### 4. 心導管觀摩（海牙醫院）

我與 de Groot 教授討論希望也能看心導管電生理的部分，教授表示 Erasmus MC 的心導管室門禁森嚴，幫我聯繫了海牙醫院，最後成功參訪了海牙醫院（圖十三）並且看了幾台脈衝場導管消融手術，值得一提的是荷蘭法律規定所有需要 sedation 的術式都要由麻醉科醫師操作，所以即使像這種脈衝場導管消融手術一台可能 30 分鐘，傷口只有右鼠蹊靜脈穿刺，但病人還是需要插管全麻。（圖十四）



圖十三、海牙醫院



圖十四、海牙醫院導管室，病患插管全麻

較為可惜的是由於我是以心臟電生理實驗室的研究員身分到訪的，雖然爭取了幾次，教授也有嘗試幫我聯繫，但最終沒能去參訪 Erasmus MC 的重症加護病房，只有遠遠經過幾次，格局看起來是單間式，每間都有很大片的對外窗（面馬路），相信能降低一些加護病房譫妄症候群的發生率。

#### 5. 自動化資源控管

另外也值得一提的是對於開刀房更衣室櫃子以及工作服的管控，在成大，很常會有人為了方便把大量工作服帶走，導致無論如何補都不夠用的窘境，另外也因開刀房更衣室櫃子不足，導致有眾多外賓要進開刀房的時候會遇到沒有櫃子可用的狀況。

Erasmus MC 本來就是一個有大量參訪醫師與交換學生的醫學中心，這兩個問題他們都有很智慧（但也許不那麼人情）的應對方式。

工作服的部分，包括白袍（但不包含開刀房刷手服），是綜合管控的，醫療人員沒有自己的白袍或工作服，他們需要先花 50 歐元，去登記自己會用到哪些工作服跟白袍，尺寸是多少，這些紀錄留在系統裡，當醫療人員需要工作服的時候要到工作服自動櫃台去刷員工證（圖十五），選擇自己要領的工作服（一次只能一套），然後站在工作服區前面，電腦會自動配對，把你的工作服送到門口（圖十六）。



圖十五、十六，自動化工作服櫃台

每件工作服上有晶片，這件工作服你拿走之後就會一直歸在你的名下，直到你歸還，歸還也是使用自動歸還系統，所以歸還的時候要確認有晶片被偵測到（圖十七），系統才會收回這件工作服，如果沒有歸還工作服，那麼離職的時候是拿不回 50 歐元的押金。



圖十七、工作服歸還處

開刀房更衣室置物櫃也是很類似的模式，沒有任何一個櫃子是專屬於任何人，每個人進更衣室都是用員工證刷置物櫃管控系統（圖十八），會得到一個臨時的櫃子數字，然後你就可以使用這個櫃子，櫃子很小（圖十九），無法堆很多東西。另外可以注意到刷卡一次拿到櫃子的時間最長只有十八小時（圖十八），意即你若在開刀房裡待超過十八小時，你的置物櫃會自動解鎖並對其他人開放，這對可能會開長刀的心臟外科醫師來說有些不友善，但對於整體置物櫃的使用率而言可說是極有效率。



圖十八、開刀房置物櫃管控系統  
(可看到刷卡拿到置物櫃後時間剩 17 小時 59 分)



圖十九、置物櫃大小

## 心得

術中心臟電生理研究的精密性與資訊含金量極高，在病人心房上可獲取 1728 個電氣訊號，結合分析軟體可完整呈現電訊號傳導方向、速率及波型，對於心律研究及術中判斷有極高價值。

Erasmus MC 在手術流程改善上的用心，尤其是病人準備室與手術室的銜接、麻醉及團隊溝通、術中時間管理、資源控管，都展現了流程設計對提升效率與安全的重要性。

心導管與體外循環的實務操作，包含近紅外線監測與逆向離心幫浦策略，是我在過去臨床與文獻中未見的創新做法，對我未來研究及臨床觀摩皆具啟發。流程標準化、術前術後管理、以及資源控管的整體設計，提供了可借鑒的國際先進經驗，對提升成大醫院心臟手術效率及安全性有參考價值。

## 建議事項

1. 與醫工技術專業合作心臟電生理技術與數據分析軟體的研發，並結合臨床病例進行研究與應用。
2. 提升手術室及麻醉流程，包括病人準備室的使用、術前全員與病人確認手術內容，以及術中時間管理與藥物自動記錄系統。
3. 考慮體外循環及血流監測的先進技術，如近紅外線組織含氧量偵測、逆向離心幫浦策略，以提升手術安全與病人預後。

4. 若條件允許，參訪國際中心 ICU 設計與環境規劃，以改善加護病房病人舒適度及降低譖妄風險。
5. 醫療資源匱乏的情況下，有效運用醫療資源並控管空間與耗材，值得台灣醫療向外借鑑學習。

## 附錄

1. Yaksh A, van der Does LJ, Kik C, Knops P, Oei FB, van de Woestijne PC, Bekkers JA, Bogers AJ, Allessie MA, de Groot NM. A novel intra-operative, high-resolution atrial mapping approach. *J Interv Card Electrophysiol.* 2015 Dec;44(3):221-5.
2. Zonderland M, Bekkers J, van Bommel J, Ter Horst M, van Leeuwen W, van den Wall Bake F, Wiegersma W, Bogers A. Increasing cardio-thoracic productivity at Erasmus MC. *Health Syst (Basingstoke).* 2020 Nov 26;11(1):68-74.