

出國報告（出國類別：考察）

心臟生物訊號於精準醫療的教育與應用

服務機關：臺北榮民總醫院 內科部 一般內科

姓名職稱：劉馨惠 主治醫師

派赴國家/地區：荷蘭

出國期間：115 年 1 月 16 日起至 115 年 1 月 31 日

報告日期：115 年 3 月 1 日

摘要：

荷蘭伊拉斯姆斯醫學中心（Erasmus MC）與代爾夫特理工大學（TU Delft）展現了醫工結合的卓越典範。在精準醫療領域，國際專家 Prof. Dr. Natajsa De Groot 教授率領匯集醫學、物理及航太運算等跨學科團隊，深耕心房顫動研究。其研發的高解析度標測技術與創新的「探測薄膜」硬體，能同時精準捕捉心內外膜訊號，並配合自主研发的視覺化偵測軟體，有效將微弱生物訊號轉化為臨床治療基質，展現強大的轉譯醫學潛力。

在教育與研究體系上，雙方透過「醫工深度滲透」模式，要求醫學生掌握工程邏輯，工程生則走入診間解決臨床痛點，成功培育出能開發 AI 診斷與手術機器人的跨領域專家。憑藉校區一體化的地理優勢，結合數據驅動與問題導向的教學，徹底解決理論與臨床脫節的弊病。此外，荷蘭結構化的博士生培訓將研究員視為支薪專業人才，在臨床與科學雙導師制的指導下，確保研究具備轉化為實質醫療方案的實力，構建出全球領先的生醫研究網絡。

關鍵字：心房顫動、AI 診斷、精準醫療

目次：

(一) 目的-----	4
(二) 過程-----	4
1. 心臟生物訊號於精準醫療的應用-----	4
2. 醫學教育與研究-----	5
(三) 心得及建議-----	5
(四) 參訪照片-----	7

本文：

(一) 目的：

荷蘭伊拉斯姆斯醫學中心（Erasmus Medical Center, EMC, University Medical Center Rotterdam）為歐洲頂尖學術醫學中心，兼具臨床、研究及教學的一條龍式醫學機構。根據 Time Higher Education 評比臨床醫學學科排名歐洲第 1 名、世界第 20 名，還被評為除美國外世界最佳的 15 所醫學院校的第 5 名。根據 EduRank 評比心臟學科為荷蘭排名第 1 名、歐洲排名第 9 名。此外，國立陽明交通大學醫學院王署君院長於 2024 年 12 月 6 日與 EMC 共同簽署合作備忘錄。EMC 擁有完整的醫學教育系統與環境，可提供觀摩教學方法及場地。本人參與由 Professor Dr. Natasja de Groot 帶領的 Translational Electrophysiology Research Unit 團隊探究心臟生物訊號於精準醫療的教育與應用。EMC Translational Electrophysiology Research Unit 同時與 Technical University in Delft 合作於電腦科學於精準醫學的相關研究。

(二) 過程：

1. 心臟生物訊號於精準醫療的應用：

Prof. Dr. De Groot 是荷蘭伊拉斯姆斯醫學中心（Erasmus Medical Center）與代爾夫特理工大學（TU Delft）的雙聘醫師教授，兼具前瞻視野與跨領域整合能力，更是國際心律不整醫學領域的重要專家學者。Prof. Dr. De Groot 憑藉豐碩的研究成果，於 2019 年榮獲伊拉斯姆斯大學遴選為「24 位女性科學家」之一，並擔任 Medical Delta 心律不整實驗室主任及心房顫動創新平台的聯合創始人，在歐洲心臟學會與歐洲心律不整學會擔任多項重要職位。

教授的研究主題以 Mapping and Ablation of Atrial Tachyarrhythmias: from Signal to Substrate 為研究主題，並結合醫學工程與電腦工程為後續研究開發新項目。臨床上，Prof. Dr. De Groot 長期投入複雜性心房顫動的研究，試圖揭示心房顫動病理機轉與治療，為醫界帶來重要研究發現。在醫學工程領域，Prof. Dr. De Groot 開發獨特的心臟高解析度標測技術，應用於紀錄與分析心律不整訊號，並率先將高解析度標測技術應用於探討心臟傳導結構，如 Bachmann's Bundle 及 Ligament of Marshall。Prof. Dr. De Groot 的實驗室匯集近 20 位來自不同背景的博碩士研究人員，專業背景包含醫學系畢業生、應用物理、電腦工程與航太運算等多元領域。跨領域的學生及研究員，促使研究團隊從基礎科學、訊號工程到臨床應用全面串接，形成推動心臟電生理學研究與技術創新的強大動能。

在軟體資源的整合上，Prof. Dr. De Groot 與素有「荷蘭麻省理工」之稱的代爾夫特理工大學（TU Delft）合作，自主研發出具備方向性、電流與電阻視覺化的彩色訊號偵測軟體。在硬體資源的整合上，結合材料科學與生物醫學工程，開發「探測薄膜」技術，可同時精準收集心外膜與心內膜的微弱訊號。這套硬體設備及技術，已應

用於各種心臟外科手術及先天性心臟疾病，並已推進至動物實驗階段，展現強大轉譯醫學的潛力。

2. 醫學教育與研究：

Erasmus Medical Center 憑藉其與歐洲各國及美國頂尖機構的廣泛跨國合作，建構了全球領先的醫學研究網絡，成為跨大西洋生醫交流的重要樞紐。其教育體系最具變革性的亮點在於與代爾夫特理工大學(TU Delft)的深度「醫工結合」：透過多元的跨校課程，醫學研究生被要求掌握精密的工程邏輯與系統建模，而工程系學生則直接進入醫院診間觀察臨床作業的實際痛點，這種雙向滲透的模式成功培養出能開發先進手術機器人、精準 AI 診斷系統及穿戴式醫療設備的跨領域專家。由於醫學院、研究所與醫院主體坐落於同一校區，這種「一體化」的地理優勢徹底解決了傳統醫學教育中「理論與臨床脫節」的長期弊病，讓教學能真正以臨床問題為導向(Problem-based)並輔以龐大的羅特丹研究數據為支撐(Data-driven)，實現從實驗室到病床的快速轉化。此外，荷蘭完善且結構化的博士生(PhD)培訓制度，將博士生視為享有正式薪資與福利的「專業研究人員」而非傳統學生，優渥的待遇讓這些研究員能毫無後顧之憂地安心探討前沿科學；每位研究員皆須制定專屬的個人發展計畫，在涵蓋臨床專科醫師與基礎科學教授的強大導師群指導下，不僅深耕專業技術，更全面提升研究倫理、專案管理與溝通領導力，確保每一項科學發現都具備轉化為臨床治療方案的實質潛力。

(三) 心得及建議：

回憶短暫的參訪，帶給我最大衝擊的並非實驗室裡那些令人驚嘆的尖端軟硬體設備，而是荷蘭那套截然不同的教育系統、思維模式以及深植於團隊骨子裡的文化基因。荷蘭研究團隊在剖析複雜問題時，展現出一種立體且多維度的哲學特質；他們不急於尋求立竿見影的標準答案，而是在反覆推敲、腦力激盪與縱橫思考中，構建出嚴謹的邏輯網。這種在外界眼中看似緩慢、近乎執拗的節奏，實則是對每一項微小細節、每一組變因進行最極致的審視與質疑。正是這種對「品質」的絕對堅持，而非對「量」的盲目追求，才得以在平庸中孕育出真正的創造力與科研成果。

此外，那種根植於制度中的「以人為本」文化，更帶給我前所未有的心靈震撼。在多數崇尚競爭、甚至有些功利主義的學術實驗室中，指導教授往往將目光鎖定在學生的論文發表數量與影響因子。然而，Prof. Dr. De Groot 卻展現了完全不同的格局與溫情；在研究正式啟動前，她堅持要求我先與實驗室近 20 位成員進行一對一的深度交流。這種看似「虛耗」的時間，實則是為了讓我建立起對團隊成員人格特質及其研究靈魂的深刻認知，進而織造出一個充滿溫度的學術社群。此外，在男性掌握多數話語權的醫學與電腦工程領域，Prof. Dr. De Groot 的存在顯得格外耀眼且珍貴。她不僅憑藉自身非凡的智慧與毅力在學術頂峰佔有一席之地，更在各大國際醫學學會中挺身

而出，成為提倡女性人才發展與性別平權的先鋒旗手。即便早期在資源稀缺、科研競爭白熱化的困境下，她依然秉持著那份近乎純粹的熱忱與執著，在醫學研究的荒原中持續深耕。作為一名同樣在臨床與科研路徑上奮鬥的女醫師，我從她身上看見了女性領導者柔韌而堅定的力量，讓我深感敬佩。

(四) 參訪照片：



Erasmus Medical Center 正門



Erasmus Medical Center 大廳內植物園



Erasmus Medical Center 地圖



Prof. Dr. Natasja de Groot 及團隊成員

<i>Preclinical, Clinical & Health Sciences</i>	<i># (co)-</i>	<i>Top 1%</i>	<i>CNCI</i>	<i>Citations</i>
<i>2015-2024 Incites 2 Mch 24 RT-RDO</i>	<i>publications</i>	<i>publications</i>	<i>*</i>	<i>from patents</i>
Taiwan total	125,219	1,919	1.49	4,398
Taiwan with foreign partners	37,170	1,694	3.41	2,725
Taiwan with USA	19,786	1,413	5.19	2,336
Taiwan with EU-27	9,153	1,231	9.27	1,720
Taiwan with EU-27 w/o Erasmus MC	8,598	1,105	8.76	821
Taiwan with NL	1,903	390	11.91	1,089
Taiwan with Erasmus MC	453	125	20.88	899

**CNCI: category normalized citation impact, i.e. normalized (corrected) for year and field of research*

Erasmus Medical Center 與台灣各大醫學中心的研究合作量能表