

無輻射代謝影像技術 開啟醫學診斷新紀元

◎林口長庚臨床代謝體學核心實驗室顧問 林吉晉

封面故事



現職 林口長庚一般影像診療科主任
林口長庚教授級主治醫師
專長 婦女影像診療學、癌症影像
診療學、代謝體影像學

現今醫師在為病人擬定治療計畫時，從過去的一體適用逐漸演變成依照個人差異分別設計治療方案。此時若要確保每個方案切實符合病人的需求，不僅需要醫師豐富的臨床經驗，還需結合精確的儀器分析，以及大數據資料庫的比對，才能有效地找到最佳解答。此即近年逐漸抬頭的新概念，稱為「精準醫療」。

● 從物理理論到臨床應用：動態核極化技術的誕生與演進

動態核極化 (DNP) 技術源起於 1953 年，美國物理學家歐弗豪瑟 (Albert Overhauser) 提出「透過微波照射，可將電子的極化能量有效傳遞至原子核，進而大幅提升核磁共振 (NMR) 訊號強度」的現象，且在同年由另兩位物理學家卡佛 (Thomas Carver) 及斯利克特 (Charles Slichter) 成功驗證，此現象因而得名「歐弗豪瑟效應 (Overhauser effect)」。自此該理論成為 DNP 的關鍵基石，使科學家得以運用此技術於高分子與固體樣品的研究中。

在 DNP 持續發展的這段時間，另一方面運用核磁共振

(NMR) 原理所發展出的磁振造影法 (MRI) 也在 1970 年代開始萌芽。1977 年，美國醫師達瑪迪安 (Raymond Damadian) 帶領的團隊，第一次成功以 MRI 掃描出一張人體影像，為醫學影像領域開啟了全新篇章。

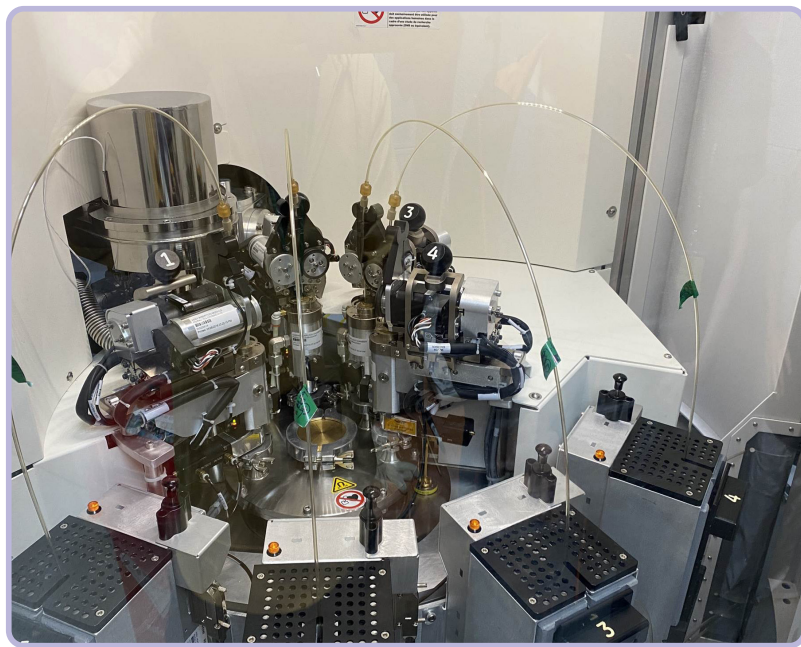
直到 2003 年，丹麥技術大學的拉爾森 (Jan Henrik Ardenkjær-Larsen) 教授發表了跨時代的研究：使用 DNP 對碳 -13 標記的化合物進行超極化，並藉由快速溶解注射的方式於 MRI 應用於體內影像診斷，這項成果標誌著 DNP 技術開始從化學實驗室推向臨床醫學的應用層面，成為精準醫療

診斷的新利器。

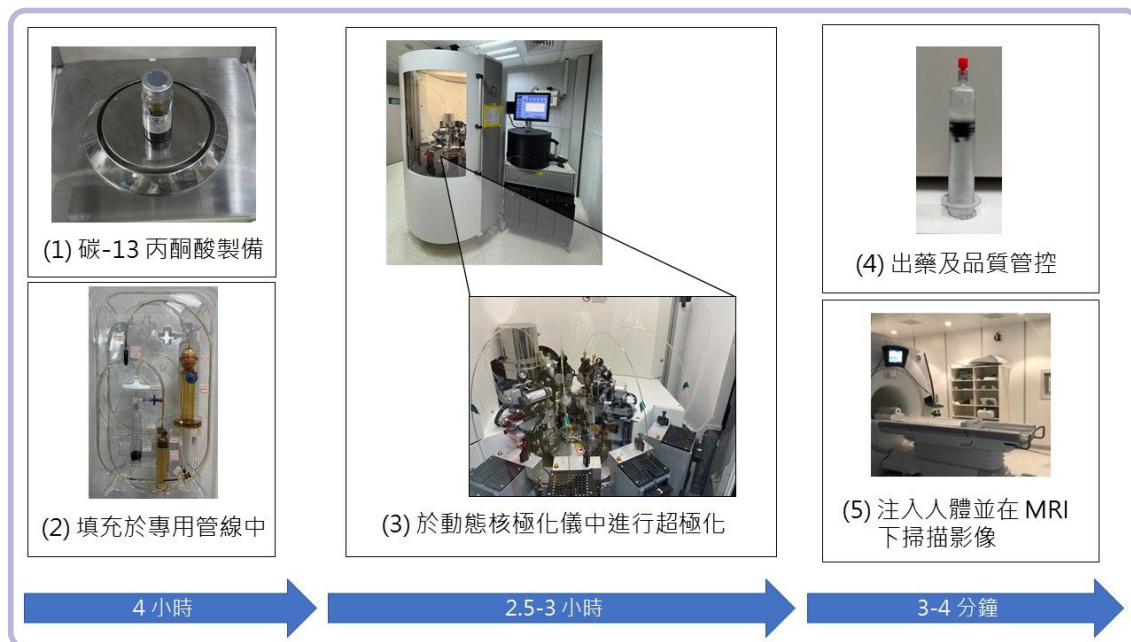
● 不打顯影劑也能掃描代謝？動態核極化顛覆想像

鑑於精準醫療蓬勃發展中，本院臨床代謝體學核心實驗室把握此一潛力，於 2019 年引進了動態核極化儀，此儀器內部具備 5 特斯拉的磁場與接近絕對零度（約攝氏 -272.2 度）的超低溫環境，對於 DNP 操作而言是極為理想的條件。在這樣的環境下，透過微波將含有碳 -13 標記的丙酮酸分子進行「超極化」處理。經過此過程後，超極化丙酮酸在 MRI 下的訊號強度可提升至原本

的十萬倍。這樣的丙酮酸可作為特殊藥物，經注射進入人體後，經由 MRI 掃描即可在極短時間內清楚觀察器官內部的代謝變化。值得注意的是，動態核極化儀本身雖不負責影像產生，但其所製備出的超極化丙酮酸，對於高解析的代謝影像



▲ 動態核極化儀外觀



▲ 超極化碳 -13 丙酮酸磁振造影流程示意圖

診斷具有關鍵作用。

本技術最大的特色是：檢查全程無輻射產生，可完全避免病人暴露於放射線的風險。此外，過程中使用的丙酮酸為人體細胞代謝中自然生成的物質，與人體相容性高，相比於傳統顯影劑較不易引發不良反應。憑藉這兩項優勢，使得本技術得以在安全無虞的情況下，協助觀測病人目標器官的代謝變化。

● 榮獲國家新創獎，持續推動技術臨床應用

本核心實驗室以此技術於 2021 年完成超極化碳 -13 磁振

造影，並將此技術拓展於臨床研究應用，在子宮頸癌患者的脾臟中驗證了其前瞻性，此研究成果也已發表於「歐洲放射學實驗期刊 (European Radiology Experimental)」。另外此項技術在精準醫療領域展現高度創新，於 2023 年榮獲第 20 屆國家新創獎的肯定。本實驗室目前正將此技術應用於觀測淋巴瘤、肝癌、免疫不良反應 (irAE) 等疾病，與此同時持續拓展技術應用，期望未來不僅能應用於癌症檢測，也能觀測神經肌肉疾病及藥物治療後的代謝變化，為精準醫療開創更多可能。🌐