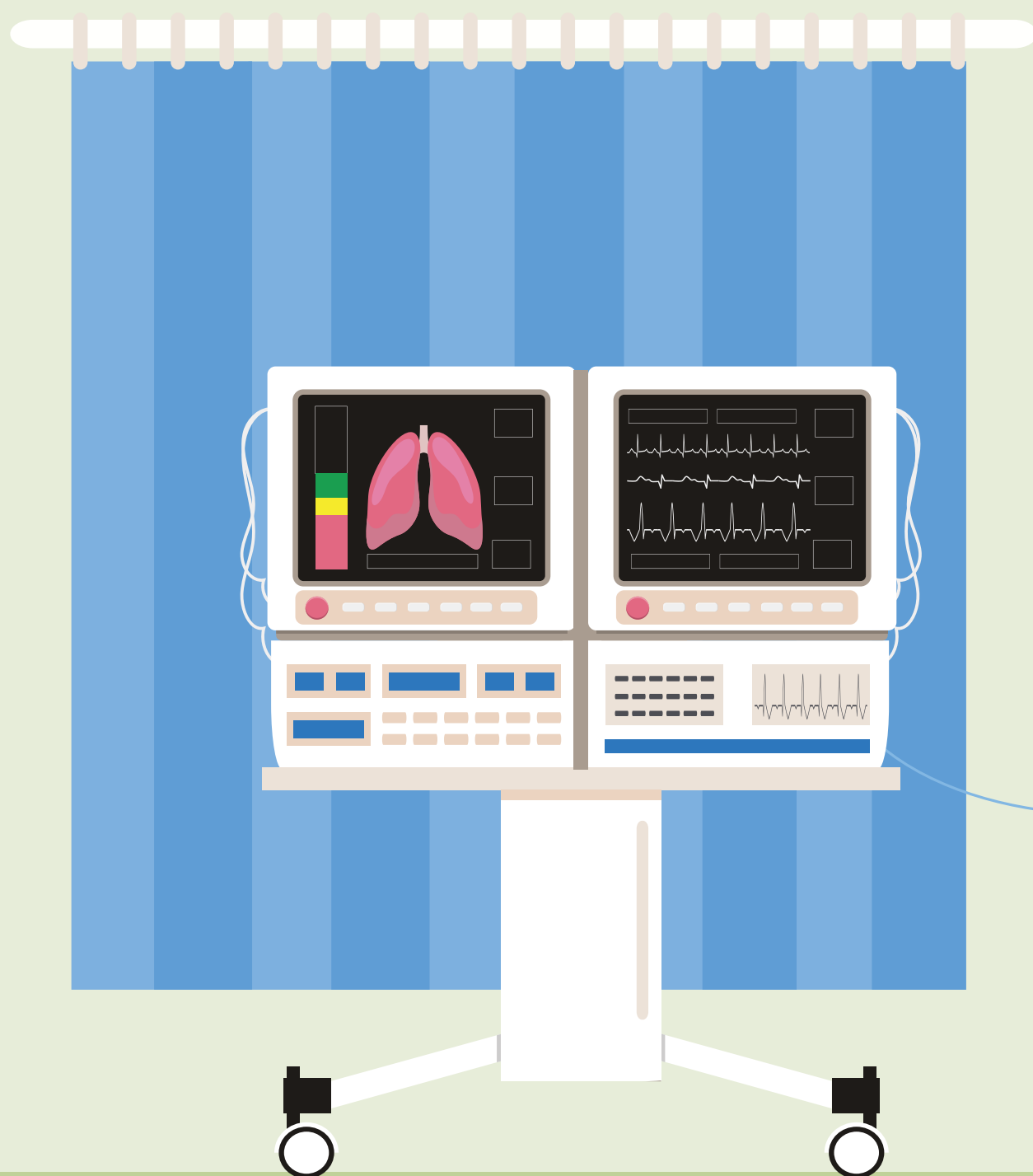


人工智慧在加護病房的應用與發展

蔡明儒/高雄醫學大學 醫學院副院長

戴嘉言/高雄醫學大學附設中和紀念醫院 副院長



引言

加護病房（intensive care unit，ICU）是醫院內收治病情危急、生命徵象不穩的病人的照護單位。近年隨著醫療技術進步與智慧醫療推展，人工智慧（artificial intelligence，AI）技術在ICU中的應用日益廣泛，能夠有效提升病人的監測精準度、預測疾病風險並協助醫護人員進行決策。AI透過機器學習（machine learning，ML）與深度學習（deep learning，DL）技術，分析病人的生命徵象數據、電子健康紀錄（electronic health record，EHR）（包括電子病歷（electronic medical record，EMR））及其他臨床資訊，為醫療團隊提供即時的監測與異常預警，進而改善治療效果、提升病人的存活率。



AI in the ICU

AI 在加護病房的應用

1. 生命徵象監測與早期預警系統

AI 可透過機器學習與深度學習分析 ICU 內病人的生命徵象數據，如心率、血壓、血氧飽和度、呼吸速率等，提供即時監測與異常預警。常見的 AI 應用包括：(1) 敗血症 (sepsis) 預測：敗血症是一種嚴重的全身性感染，若未能及時發現與治療，可能導致多重器官衰竭甚至死亡。AI 模型可以分析病人的生理數據，如體溫、血壓、心跳變化、白血球數量等，並綜合 EHR 資料，提前 6 至 12 小時預測敗血症的發生風險。這不僅有助於醫療團隊提高警覺，及早給予抗生素與適當治療，也能顯著降低 ICU 內的敗血症死亡率。(2) 急性腎損傷 (acute kidney injury, AKI) 偵測：急性腎損傷是一種常見的重症合併症，若未能及時處理，可能導致永久性腎功能受損甚至死亡。AI 系統可透過分析病人的血清肌酐酸、尿量、電解質變化等數據，提前 48 小時預測 AKI 風險。這讓醫護人員能夠及早調整病人的藥物劑量、液體管理策略，甚至進行腎臟保護治療，以減少 AKI 發生率與改善預後。(3) 心肺衰竭預警：心肺衰竭是 ICU 中的危急狀況，可能導致心臟驟停或呼吸衰竭。AI 透過分析即時生命徵象數據（如心電圖、血氧飽和度、呼吸模式變化等）結合 EHR 資

料，可準確預測心臟驟停或呼吸衰竭的風險。這有助於醫療團隊提前採取介入措施（如使用強心劑、調整機械通氣策略或進行額外監測），以降低突發事件的發生率，提升病人存活機率。

2. 醫學影像分析

ICU 病人經常需要進行影像檢查（如 X 光、電腦斷層 (computed tomography, CT) 與核磁共振造影 (magnetic resonance imaging, MRI)）。AI 可透過影像辨識技術，自動偵檢異常病灶並進行標註，協助醫師判讀，縮短診斷時間並提高診斷準確率。常見的 AI 應用包括：(1) 肺炎與肺水腫診斷：肺部感染與肺水腫在 ICU 病人相當常見，常不易區分。AI 影像分析技術可即時識別 X 光影像中的肺炎、肺栓塞、肺水腫等病變的細微變化與差異，輔助鑑別診斷。(2) 腦部出血偵測：對於接受頭部 CT 檢查的 ICU 病人，AI 可迅速篩檢腦部出血或缺血性中風的徵象，幫助醫師及早決策（如：是否進行手術或施用血栓溶解劑）。(3) 外傷性病變評估：對於多重外傷病人，AI 可分析多模態影像，輔助診斷頭部外傷、骨折與器官損傷，提供更全面的臨床資訊，幫助醫療團隊制訂最佳治療計畫。

3. 精準藥物管理

ICU 病人通常需要使用多種藥物（如抗生素、鎮靜劑、升壓劑等），而藥物劑量與交互作用可能影響治療效果。AI 可協助個人化藥物管理，確保用藥安全與療效最佳化，常見的應用包括：

- （1）個人化藥物劑量調整：AI 可根據病人的基因資料、腎功能、肝功能等臨床參數，調整藥物劑量，避免過量用藥或副作用，提高治療效果。
- （2）抗生素使用最佳化：AI 可分析細菌培養與抗生素感受性測試結果，推薦最合適的抗生素種類與劑量，減少抗生素濫用與抗藥性問題。
- （3）藥物交互作用預測：AI 可透過藥物相互作用模型，檢測 ICU 病人所使用的藥物組合是否可能產生不良反應，協助醫師調整處方，提高用藥安全性。

4. ICU 資源優化

ICU 資源（包括病床、醫療設備與人力等）相當珍貴，如何有效分配與運用這些資源是醫院管理的重要課題。隨著 AI 技術的發展，可提供多方面的支持，提升 ICU 的運作效率，優化資源分配，並改善病人的治療成效與醫護人員的負擔。常見 AI 應用包括：

- （1）病床管理與周轉率提升：ICU 病床資源珍貴，住院時間的不確定性可能影響病床使用效率。AI 可透過機器學習模型分析病人的病情、治療進展與歷史數據，預測病

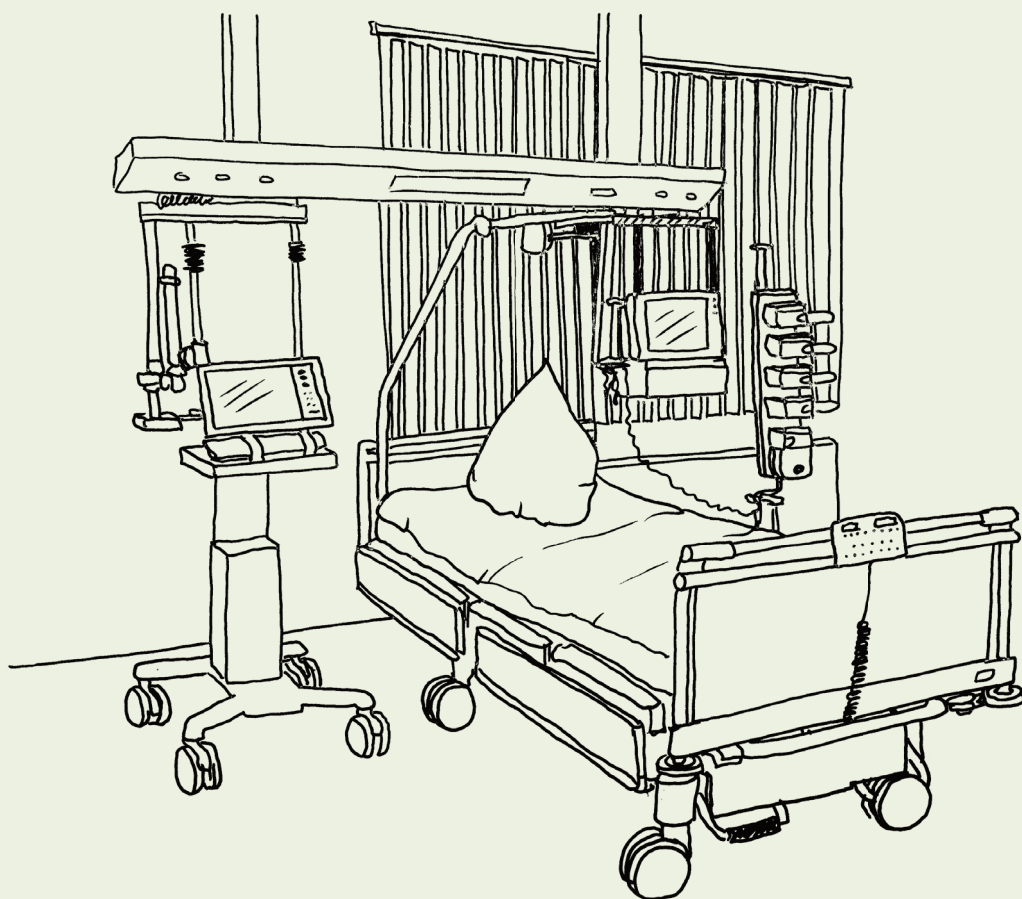
人的轉入 ICU 與轉出 ICU 時間，協助醫院規劃病床使用，減少病床閒置或過度擁擠的情況。

- （2）呼吸器等設備需求預測：重症照護仰賴許多醫療儀器的協助，其需求變動迅速，若管理不善，可能導致資源短缺或閒置。以呼吸器為例，AI 可透過即時監測病人相關資訊（如：血氧濃度、呼吸速率與肺部順應性等）了解病人的呼吸狀態與支持需求，預測病人何時可安全拔管或需要增加呼吸輔助，確保資源適當分配。
- （3）醫護人力調度與優化：ICU 需 24 小時不間斷地提供專業照護，因此人力調度是管理中的一大挑戰。AI 可利用優化演算法，根據 ICU 當前的病人數量、病情嚴重程度與醫護人員的技能組合，自動調整排班表，確保人力資源的最佳配置。

AI 於智慧加護病房的構建

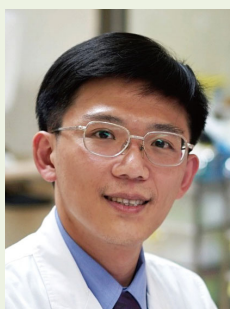
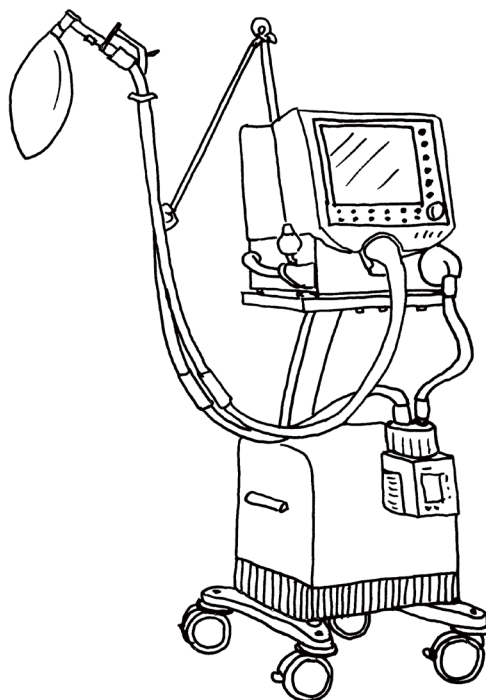
近年來，各大醫院均致力於智慧醫療的發展。由於重症照護的特殊性，病人的病情複雜且快速變化，需要密切監測，因而產生許多資訊，這樣大數據資料的累積，是發展智慧醫療很好的基礎。高雄醫學大學附設中和紀念醫院（以下簡稱高醫）長期致力於智慧醫療研發，逐步構建智慧加護病房，近年取得了顯著的進展，除了透過資訊彙整，輔助臨床照護與品質監控，也依照臨床需求開發多項 AI 產品，並透過跨院驗證，提升 AI 模型的準確度與實用價值，舉例來說：

1. 氣管內管位置異常警示系統：氣管內管位置的正確性對於接受機械通氣的ICU病人相當重要，位置過深會導致單肺通氣，過淺則會有滑脫的風險，均可能影響病人的呼吸與血氧穩定，嚴重時可能會導致病人死亡風險增加。高醫蒐集大量胸部X光影像，透過AI技術開發出氣管內管位置異常警示系統，可在胸部X光拍攝後快速判讀並提出燈號警示，以利臨床人員及時處理，提升病人安全。
2. 智慧呼吸照護輔助系統：高醫透過大數據資料庫的分析，建構智慧呼吸照護輔助系統，能透過監測病人的呼吸模式、生命徵象等資訊，預測氣管內管拔除成功機率，提供臨床醫師參考，提醒臨床人員積極評估脫離呼吸器。
3. 重症病人存活率預測：重症病人病情複雜且變動快速，在治療過程中，病人家屬與醫護人員會希望對於病人預後有些了解，傳統的病情嚴重度指標（如：APACHE II 或 SOFA 等）可初步預估ICU死亡率與住院死亡率，但這些計分系統是早期運用西方人資料所發展的，是否可套用在台灣的病人族群仍是一大問題，也較少研究針對比較長時間的存活狀態做分析。AI可以彙整病人相關資訊，藉由機器學習產生較長時間的重症病人存活率預測模型。這不僅有利於醫護人員對於病人預後的掌握，藉此調整與病人家屬的病情說明方式，讓病人家屬更容易理解。



結論與展望

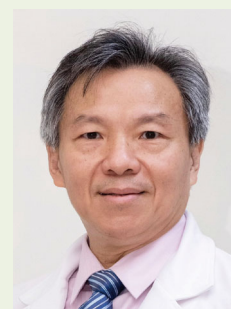
AI 技術在重症醫學領域的應用正快速發展，不僅能提升病人照護品質，也能減輕醫護人員負擔。高醫在智慧醫療領域持續深耕，特別在建構智慧加護病房方面有不錯的初步成果，展現了 AI 在輔助臨床呼吸照護、預後預測等方面的潛力，也透過跨院驗證，不斷優化 AI 模型的準確度與臨床適用性。AI 在 ICU 的應用範圍將持續擴展，也將持續改進，除了確保在法律與倫理層面的合規性，也在整個 AI 智慧醫療產品的生命週期中持續有系統性地監督管理，確保 AI 產品的風險管理與透明度，以利長遠發展。隨著 AI 技術的不斷進步，未來 ICU 將更加智慧化，為病人提供更高品質的重症照護。



作者

蔡明儒 醫師

高雄醫學大學附設中和紀念醫院 內科部胸腔內科主治醫師
高雄醫學大學附設中和紀念醫院 院長室秘書
高雄醫學大學附設中和紀念醫院 臨床教育訓練部主任
高雄醫學大學 醫學院副院長
高雄醫學大學 醫學系內科學科教授



作者

戴嘉言 醫師

高雄醫學大學 醫學院教授
高雄醫學大學附設中和紀念醫院 副院長
高雄醫學大學附設中和紀念醫院 肝膽胰內科主治醫師
高雄醫學大學 醫學研究所博士