

智慧醫療全民共享首例：臺灣大學暨臺大醫院 Taiwan CVAI團隊與健保影像資料庫合作經驗

文・圖／王宗道

心 血管疾病（泛指所有血管相關疾病，包括冠狀動脈疾病、腦中風、周邊血管疾病等）為全球第一致死疾病。據世界衛生組織（WHO）最新統計顯示，2019全球近一千八百萬人死於心血管疾病（平均不到兩秒就有一人），占全球總死亡人數近三分之一，其中85%死於突發心肌梗塞或中風。若能藉由影像檢查得知其早期血管病變資訊，便可及早治療，有效降低不可測之致死風險，已成為醫界研究重心之所在。

為了解心血管健康，目前醫界推薦兩種影像檢查：超高速冠狀動脈電腦斷層掃描（coronary computed tomography angiography, CCTA），及電腦斷層冠狀動脈鈣化分數（coronary artery calcium [CAC] score）。前者突破了傳統必須依賴侵入式心導管檢查才能夠診斷血管是否狹窄的限制，在多排鏡頭同時擷取心臟影像以減少心跳造成影像晃動干擾設計，可在合理解析度下（0.4毫米）配合顯影劑注射，提供非侵入式心臟血管結構全面評估。包括2019歐洲心臟學會慢性冠心症指引、2021美國心臟學會胸痛診療指引、及2022臺灣慢性冠心症指引，均將其列為第一優先診斷冠狀動脈疾病工具。而冠狀動脈鈣化分數檢查則是鑑於血管產生動脈硬化斑塊處多半有鈣化形成，因此以鈣化程度間接估計心臟冠狀動脈是否有狹窄病變。不同於CCTA直接組像觀看血管是否狹窄，CAC僅係間接推斷，不過不須施打顯影劑、且影像鮮明，不受心跳影像晃動干擾，也因此不須多排鏡頭設計，在

醫界使用歷史較久，累積做為臨床診療輔助研究甚多，也被上述指引優先推薦為中低風險民眾篩檢工具（圖1）。這兩項檢查均需自費。

隨著冠狀動脈電腦斷層使用越來越普遍，造成放射科醫

| 心臟鈣化分數 | 心血管風險分級 | 每年心血管事件發生率* | 健康建議 |
|---------|------------------|-------------|------------------------|
| 0 | 低 (Low) | <0.5% | 維持健康生活型態 |
| 1-99 | 偏低 (Borderline) | 0.5-<0.75% | 定期監測三高危險因子 |
| 100-399 | 中 (Intermediate) | 0.75-<2% | 三高危險因子控制 |
| 400-999 | 高 (High) | ≥2% | 三高危險因子強化控制 |
| ≥1,000 | 重 (Very high) | ≥3% | 三高危險因子強化控制/ 心血管疾病篩查 |

註：心血管事件包括心肌梗塞、腦中風、和心因性死亡。

圖1：冠狀動脈鈣化分數及對應心血管風險分級和健康建議

師判讀負擔大幅增加，加上每位醫師診斷存在不一致性，故結合人工智慧AI技術與醫療影像發展自動分析工具——加速判讀速度、提高診斷一致性與精準度，並經由分析胸部電腦斷層掃描擷取心臟鈣化分數，達到全民心血管風險篩檢及提醒目的——也越來越有其需要性。

Taiwan CVAI團隊

在2004年超高速冠狀動脈電腦斷層引入臺大醫院時，我即在師長醫學院內科陳文鍾教授介紹下，與影像醫學部李文正醫師一起開展相關臨床研究，之後於2007與醫工所陳中明教授持續開發冠狀動脈電腦斷層全自動分析工具，有成果也有許多研發上的跌宕。適逢人工智慧深度學習演算法迅速發展，AlphaGo在2017擊敗所有人類頂尖棋士，科技部在當時陳

良基部長推動下於2017宣示向人工智慧進軍。人工智慧的策略發展，大量優質資料建置及選題為關鍵。在關乎人類永續的醫學領域，心血管疾病相關AI模型開發必然扮演重要角色，同時人工智慧在影像分析領域應用廣泛。我們於是以太灣大學及臺大醫院心臟內科／影像醫學部為基礎，聯合台北榮總、林口長庚、中國醫大、馬偕等共8家醫學中心心臟科及影像醫學科夥伴，爭取到科技部三年期「巨量醫療影像專案計畫」，建置跨團隊多模組心血管影像暨生理資訊資料庫，包括冠狀動脈電腦斷層掃描、心導管、心肌灌注、血管內超音波等6個影像子資料集，超過6千例、1800萬張影像，資料量逾9 TB，規模領先世界。部分資料放置於國網生科雲（LIONS），開放研究單位申請使用（<https://lions.nchc.org.tw/medImagedb.jsp>）。

除了臺大醫院與8家醫學中心醫學團隊外，我們的工程團隊包括臺大醫工所陳中明教授、應用數學系王偉仲教授、生物機電系周呈彙副教授、聯合大學電機系李佳燕教授等老師，最近亦特別邀請臺大電機系王鈺強教授指導。在產業界夥伴有NVIDIA黃宗祺教授、李正匡副教授、曾秋旺工程師及商之器（EBM）等專業團隊，共同成立「臺灣心血管人工智慧聯盟」（Taiwan CVAI [CardioVascular Artificial Intelligence] Consortium）（圖2），開



圖2：臺灣心血管人工智慧聯盟（Taiwan CVAI Consortium）團隊合照

展心血管領域從穿戴裝置、風險預測、到心血管診斷、導管介入治療及監測的全方位AI模型開發及落地應用。

這個巨量資料庫的特色是有同一個人的不同模組影像，因此能夠開發出超越傳統單一影像模式準確度的AI模型。取得資料後，更重要的事情是資料的標註，也是醫療AI基礎建設中最花工夫的。團隊以心導管影像為真實基準，針對冠狀動脈電腦斷層影像建立全冠狀動脈中心線、冠狀動脈內外壁、心包膜、主動脈外壁、鈣化斑塊等標準化標註，標註資料經定期專家會議覆核，並據此開發出多項心血管自動診斷AI模型。

在資料庫建置過程中，我們與科技部共同完善了當事人自主及隱私保護機制。除了將資料做完整去識別化處理保護隱私，團隊在確認收取同意書或寄送告知書外，還建立當事人動態同意機制，確保病患知悉並同意資料用途、資料利用情形之資訊回饋，同時病患主動選擇退出的權利，保護其資訊自主權。

智慧醫療落地於健保影像資料庫

在原先執行科技部巨量影像資料庫建置計畫時，我們同時專注於電腦斷層冠狀動脈自動分割及診斷AI模型開發。計畫第二年，團隊被委託將開發之AI模型應用於健保影像大資料庫。然因我們所開發之AI模型所用的冠狀動脈電腦斷層掃描是自費檢查，健保資料庫沒有相關影像，無法應用於健保資料庫。然而這機會我們不會也絕不能放棄，我們很快想到冠狀動脈鈣化分數（CAC score）這個影像檢查不需顯影劑，而無顯影劑電腦斷層在健保資料庫內有大量資料。此外，團隊領先世界在2009年便發表以電腦斷層測量心臟表面的心包膜脂肪量與心血管狹窄及風險相關。我們於是採取獨特的將心包膜及主動脈標註作法，開發將心包膜及主動脈精準分割的AI模型，如此一來，不只心臟鈣化分數、心包膜脂肪也能迅速算出，還可以將埋藏在胸部電腦斷層的心血管風險影像資訊做精準分析。

我們與輝達（NVIDIA）團隊根據200筆共7萬張去識別無顯影劑胸部電腦斷層影像，

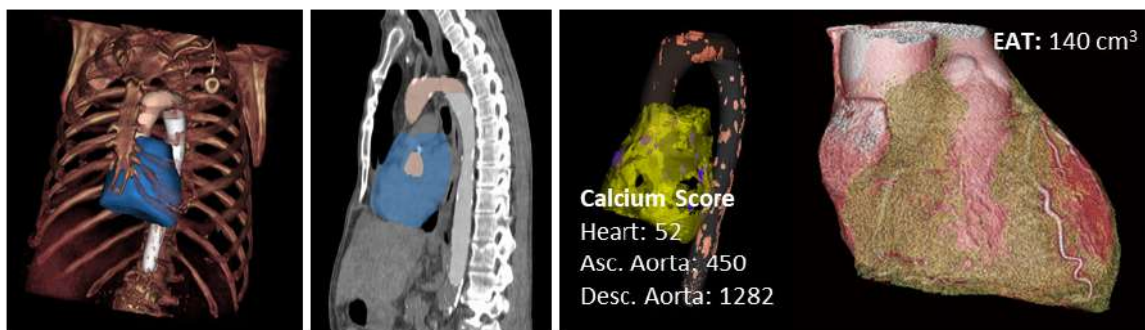


圖3：HeaortaNet AI模型自動計算心臟、主動脈鈣化分數及心包膜脂肪體積

經心臟科及放射科醫師覆核無誤作為訓練資料集，以UNet、variational autoencoder及注意力機制為基礎之深度學習模型，在兩個月內開發出自動分割AI模型。利用模型建構影像遮罩，透過影像分析技術依序去除脊椎和胸骨，針對各涵蓋區域影像HU值，可快速定量心臟升降主動脈鈣化與心包膜脂肪（圖3）。將臨床需60分鐘的影像分割程序縮短至0.4秒，分割準確度達95%。由於此AI模型主要是分割心包膜（心臟, heart）及主動脈（aorta），因此結合Heart與aorta名為HeaortaNet。在健保署將HeaortaNet裝置使用於分析全臺電腦斷層資料有許多繁瑣前置作業，過程中，影醫部黃裕城醫師、王偉仲老師團隊、呂明修、及健保署高豐淪及黃千華副研究員居功厥偉。今年以一個月時間將全臺2021整年超過44萬筆資料分析完成，除了發現心臟鈣化分數與前一年心血管事件發生具顯著相關外，也發現約半數鈣化分數大於400分屬高分險者（約5萬人）（圖1），過去一年未曾接受血脂、血糖檢查及心血管相關就診用藥，顯見建立心血管風險警示機制有其需求。此外，國人心包膜脂肪體積平均100毫升，超過250毫升心血管風險開始升高，此一分析係公衛所李文宗教授團隊出力甚多。鑒於Taiwan CVAI團隊AI模型在健保署的成功落地經驗，健保署李伯璋署長與臺大醫院吳明賢院長於2021年12月簽署合作備忘錄MOU，兩單位要合力促成智慧醫療全民應用（圖4）。目前正規畫將HeaortaNet結合健保資料庫的胸部電腦斷層掃描，根據AI模型自動計算出心臟鈣化分數，提出心血管疾病預防建議，透過「全民健保行動快易通」APP中的健康存摺提供民眾心血管分級防治資訊，期待能減少猝死憾事。這也是首例智慧醫療健保成功合作經驗。

除了健保應用外，HeaortaNet係臺大醫院首批審查通過於影醫部試用輔助診斷之AI模型，於2021年3月獲NVIDIA認證放置於NVIDIA GPU Cloud（NGC）雲端平台系統供全球AI研究標註使用，

為全球唯一醫學機構自行開發AI模型獲選置於NGC者，目前日本大阪癌症研究中心、新加坡研究中心已有使用。2021年並在全國逾500件報名創新技術中，榮獲科技部「未來科技



圖4：臺大醫院與中央健保署簽訂合作備忘錄



圖5：HeaortaNet獲2021科技部未來科技獎

獎」肯定（圖5），同年亦獲生策會第18屆『國家新創獎』學術創新獎。

結語

醫學研究的目的是在能儘量直接讓人類活得更健康、更長久，這是轉譯醫學（translational medicine）的真義。結合臺灣在資通訊領域的軟硬

體實力，及臺灣一向優秀的醫療量能，智慧醫療領域是臺灣最有機會領先世界、也是最能實現轉譯醫學的發展方向。所有智慧醫療展品必須接受市場的測試、考驗，這是要讓智慧醫療產品真正能對人類產生幫助的必經之路，也是必經之苦。我們Taiwan CVAI團隊與健保署的合作是一種將智慧醫療產品做為公共財的發展策略，我們受之於全民，也回饋給全民，經由這樣的良性互動，有捨方有得，期待可以為智慧醫療的全面發展做出貢獻。當然我們也不會停歇全面開發AI模型的腳步，與全體校友互勉，也期待與校友的更多合作。亮大
（本期專題策畫／臺大醫學院婦產科施景中教授）



王宗道小檔案

學歷：臺大醫學系 1992 年畢業
臺大醫學院臨床醫學研究所博士班 2002 年畢業
現職：臺大醫學院內科專任教授
臺大醫院內科部整合醫學科主任
臺大醫院心血管中心心導管室主任
臺大醫院內科部主治醫師
其他：臺灣高血壓學會名譽理事長
臺灣心臟學會雜誌主編
（Editor-in-Chief, Acta Cardiologica Sinica）
Hypertension Research 執行編輯
行政院科技部「醫療影像之巨量資料建立與應用研究專案計畫」醫療影像資料管理審查委員會輪值主席