



星球永續健康線上直播

可解釋 AI 醫療應用

2026 年 7 月 15 日

心血管疾病仍是全球最主要的死亡原因之一，但依賴傳統危險因子建立的風險評估建立模型往往無法充分反映每位病人的個體差異。近年來可解釋人工智慧 (Explainable Artificial Intelligence, XAI) 逐漸受到重視，透過揭露模型的重要影響因子與決策過程，讓醫療人員不僅能獲得 AI 的預測結果，更能理解其判斷依據，運用於提升臨床決策的透明度與可信度。本週我們將介紹可解釋 AI (XAI) 在精準心血管疾病防治中的應用，並透過實際案例說明 XAI 如何協助個人化風險評估、精準風險分層，以及制定更有效的預防策略。

健康科學新知

伊朗-美國海峽衝突升溫：「劍指海峽」

美伊局勢上週急遽惡化。在伊朗領袖哈米尼國葬儀式期間雙方於荷莫茲海峽爆發事衝突。美方指控伊朗襲擊商船，隨即對其沿岸近 90 個軍事目標發動報復性空襲，伊朗則反擊美軍在中東的設施，使波斯灣國家被捲入戰爭的風險激增。此衝突導致海峽航運量從每日 130 艘驟降至 30 艘，重創全球五分之一的油氣貿易通路。美方已重新實施石油制裁，令 6 月甫達成的臨時停火框架接近瓦解。儘管目前油價因全球供應增加尚未劇烈波動，但雙方對海峽控制權的分歧仍是談判死結。專家預測這場打談交錯的拉鋸戰將持續進行。由於美軍難以完全消除海運威脅，而伊朗正承受重大經濟損失，雙方均無法迅速取勝，這將持續考驗全球能源安全與外交韌性。

俄烏地緣局勢牽動北約峰會：「軍援持久」

2026 年 7 月北約安卡拉峰會召開。面對俄軍近期劇烈空襲基輔，烏克蘭總統澤倫斯基再度呼籲盟國增援愛國者系統，強調攔截彈道飛彈仍高度依賴西方支援。北約宣布於 2026 至 2027 年提供約 700 億歐元軍援，並協助烏克蘭建立本土防空生產能力，將其定位為歐洲安全的貢獻者。經過多年作戰，烏克蘭已在無人機、電子戰及國防製造累積



豐富經驗，目前正與多個北約國家推動無人機共同生產及技術合作。芬蘭更積極表態支持軍援烏克蘭，芬蘭總統史圖布表示，烏克蘭目前的軍事與政治處境可能是全面戰爭爆發以來最有利的時刻。美國總統川普出席峰會期間，批准烏克蘭在境內生產愛國者攔截飛彈，同時持續要求歐洲成員國提高國防支出，並重申格陵蘭具備重要戰略價值。儘管川普先後與普丁及澤倫斯基通話，認為和平談判已較先前接近，但因雙方對領土主權存在重大分歧，外交接觸尚未轉化為戰場實質降溫。

中國導彈試射引起亞太島國安全憂慮：「核勢東移」

中國近日由核動力潛艦向南太平洋公海試射一枚具洲際射程的彈道飛彈。北京稱其為符合國際法的例行年度訓練，已事先通知相關國家，且不針對任何特定目標。然而，澳洲、紐西蘭、日本、美國、台灣及多個太平洋島國認為，中國預警時間不足、軍事資訊不夠透明，可能增加誤判與區域衝突風險。澳洲批評試射具有挑釁性，與「和平之洋」理念不符；索羅門群島則正式提出抗議，並考慮檢討 2022 年與中國簽署的安全協議。紐西蘭指出，飛彈落點位於南太平洋無核區範圍，雖未必違反條約條文，卻違背其和平與無核精神。日本關切飛行路徑及落點，美國則要求中國提高核武透明度、參與軍控談判並建立常態通報機制。此次試射的重要戰略意義，在於中國展現海基核反擊能力。若中國核潛艦能在接近本土、受到海空軍保護的海域發射飛彈並打擊美國本土，將大幅提高其核力量的生存性與威懾力，顯示中國正逐步建立更完整的海上核威懾力量。此外事件正值澳洲加強與太平洋島國的防務合作，以及中俄舉行海上聯合—2026 演習，使外界更加擔憂南太平洋將逐漸成為中美競爭、軍事部署與安全結盟的新前線。整體而言，爭議核心不只是試射是否合法，更涉及中國軍力快速擴張、資訊透明度不足，以及印太地區軍備競爭與陣營化風險升高。

AI 科學創新應用與安全治理拉鋸：「權界未明」

Anthropic 高性能模型 Fable 5 於 2026 年 6 月推出後，因極端嚴格安全限制引發科研應用困難。研究人員指出，該模型為防範生物風險，對基礎生物學諮詢也一併封鎖，更會針對尖端 AI 相關查詢在使用者不知情下降低推理能力，降低應用於科學實驗的可



信度。儘管 Anthropic 後續將隱性限制改為明確告知，但美政府目前對 Fable 5 及其後續模型嚴格審查，AI 主要模型供應商亦積極商議並呼籲健全審查機制建立完善 AI 安全應用模式。專家憂心，AI 核心技術正遭企業與政府壟斷，除呼籲建立獨立的第三方評估機制外，也帶動了對開放原始碼模型的呼聲，旨在確保科研基礎設施的透明與穩定避免學術研究受政治與商業決策左右。

Z 世代 AI 應用接納警訊：「知行並重」

2026 年美國大學畢業季，多場典禮在談及人工智慧時出現學生噓聲，反映 Z 世代雖頻繁使用 AI，卻未必完全信任這項技術。調查顯示，約 51% 的 Z 世代每週至少使用一次生成式 AI，但他們對 AI 的新鮮感與樂觀程度正在下降，對就業被取代、資訊真實性、模型幻覺，以及資料中心能源消耗等問題，反而更加不安。大學不能只提供 AI 工具，更應培養完整的 AI 素養，包括理解模型如何產生答案、學會查證資訊，並釐清最終責任。課程也應保留寫作、推理、程式設計與數據判讀等核心能力，避免學生過度依賴 AI。校方則須公開 AI 使用規範，讓學生參與政策制定，建立透明且可申訴的治理機制。Z 世代的質疑並非拒絕科技，而是提醒教育機構，在導入 AI 的同時，也必須正視風險、責任與公共利益。

導正 AI 使用技能避免能力侵蝕：「技賴成患」

人工智慧快速進入醫療、程式設計與各類知識型工作，也帶來去技能化疑慮。美國調查顯示，約七成護理師與 77% 醫師擔心，長期依賴 AI 可能造成專業能力退化。波蘭一項內視鏡研究發現，經驗豐富的醫師在使用 AI 輔助一段時間後，一旦系統未開啟，腺瘤偵測率由 28.4% 降至 22.4%，顯示習慣系統提示可能降低主動搜尋病灶的警覺性。軟體工程實驗也發現，使用 AI 完成任務者在原理測驗平均僅得 50 分，低於未使用 AI 組的 67 分，尤其在找出與解釋程式錯誤時表現較差。研究者指出，AI 可以提升短期效率，但完成工作不同於真正學會。未來職場與教育應建立認知外包意識，保留必要的獨立練習與人工覆核，並持續檢查 AI 輸出，避免人類專業判斷、實作經驗與問題解決能力逐漸流失。



重塑智慧時代學術誠信與批判思維：「因勢利導」

科學期刊報導在 AI 應用盛行時代如何在教學領域建立教學模式。面對生成式 AI 進入校園，全面禁止未必是最有效的做法。一名兼具科技業與大學教學經驗的教師原本在課堂中嚴格禁止學生使用 AI，直到一名學生提交大量由 AI 生成、甚至包含虛構內容的期末報告開始重新思考規範方式。學生坦承希望學會 AI 以因應未來就業，卻不清楚哪些用途屬於合理協助、哪些已違反學術誠信。此後，教師改在每學期初與學生共同制定 AI 課堂契約，明確區分可交由 AI 處理的重複性工作，以及必須由學生完成的系統設計、批判分析與核心論證。同時，他將書面報告限制在兩頁，提高口頭答辯比重，藉由現場追問確認學生是否真正理解。實施四個學期後，師生由互相防範轉向共同協商，也更能聚焦批判思考、決策邏輯與表達能力。教育重點不是阻止學生接觸工具，而是讓 AI 成為學習助手，而非取代思考的捷徑。

可解釋 AI (XAI)精準心血管疾病防治

日劇《黑色止血鉗》描述人工智慧在心血管手術中的應用。延續上週天城醫師是技術高超的心臟外科醫師，但他的行事風格極具爭議，因此引發醫療維權團體的抗議。以維護病人權益為宗旨的戶島律師，來到東城大學醫院發起抗議行動，醫院為了平息爭議，也避免事件持續擴大，決定取消天城醫師原本安排的手術，這場訴訟風暴也開始影響醫院的醫療決策。就在抗議結束後，戶島律師突然因為冠狀動脈疾病而暈厥。經過詳細檢查後發現，他的冠狀動脈已經出現嚴重鈣化，使得一般的冠狀動脈繞道手術變得十分困難。冠狀動脈繞道手術的原理，是利用新的血管建立繞道，讓血流繞過阻塞的冠狀動脈，重新供應遠端心肌的血液。然而，戶島律師的血管因為嚴重鈣化，血管壁非常堅硬，找不到適合的吻合接入點，因此無法順利完成傳統的繞道手術，也使治療陷入困境。戶島律師拒絕接受天城醫師的治療轉往維新大學醫院，自願成為第一位接受 AI 輔助手術系統艾卡諾 (Elcano) 受試者。手術一開始進行得相當順利，但在手術過程中，病人突然發生心室顫動。面對這種突發狀況，標準化的 AI 手術系統無法即時因應病人的變化，也無法立即提出有效的處置方式。危急時刻，世良醫師運用過去從天城醫師身上學到的



臨床經驗與應變能力，沒有依照 AI 建議利用尚未完全鈣化的區域作為血管繞道的接入點，暫時化解了危機。然而手術進行過程中，由於病人的血管鈣化嚴重，在完成血管吻合後，血管發生撕裂大量出血。面對突發狀況 AI 無法提供協助，艾卡諾系統原先是依據病人的術前影像、臨床資料以及既定的冠狀動脈繞道手術流程進行規劃，當手術中發生血管破裂出血等非預期事件時，已超出模型原先設定的情境，因此無法判斷出血原因，也無法立即提出有效的處置策略。在病人生命危急之際天城醫師接手手術，調整手術攝影機的角度與焦點，重新建立 AI 對術野的辨識能力，重新提供 AI 接收資訊，使系統能夠理解目前的臨床情境，而非侷限於原先規劃的標準繞道手術流程。完成術野重新辨識後，艾卡諾結合其龐大的手術資料庫，以及專家解釋系統，重新分析目前的病況，並比對文獻中曾經報導過的相似案例，進而提出一種不同於傳統繞道手術的創新術式。艾卡諾雖然已根據文獻與既有資料，提出一項可行的手術策略，但同時也指出，其成功率僅約 4%。AI 雖可提供了目前能找到的最佳建議，但真正如何將這項建議應用於病人的臨床情境，仍需要依賴醫師的專業判斷與經驗。天城醫師在理解 AI 所提供的解釋與文獻依據後，並結合自身多年累積的手術經驗提出新的手術方法。傳統的冠狀動脈繞道手術，是直接將新的血管縫合至冠狀動脈的接合位置。然而病患冠狀動脈已嚴重鈣化，血管壁脆弱且缺乏彈性，即使完成吻合，仍容易因承受不了血流壓力而再度撕裂出血。因此天城醫師採用了不同於傳統的方法。他先取一段新的血管作為長覆蓋補片將嚴重鈣化的冠狀動脈加以補強，並擴大可供吻合的接合面使血管壁獲得足夠支撐後，再完成冠狀動脈繞道手術。相較於傳統術式，這種作法提升了在高度鈣化血管上的手術可行性。天城醫師在執行手術的同時，也同步將新的手術策略輸入艾卡諾系統。透過人機協作，AI 不只是提供建議，更能即時學習醫師創新的手術方法，將原本不存在於資料庫中的知識納入系統之中。因此，這項原本成功率僅有 4% 的手術策略，最終成功挽救了病人的生命，也讓 AI 完成了一次重要的知識更新。未來當系統再次遇到相似的病例時，便能根據這次累積的經驗，提供更完整、更符合臨床需求的治療建議。這段劇情展現了 XAI 的精神。AI 的價值不在於取代醫師，而是在提供透明的決策依據與文獻證據後，由醫師



結合臨床經驗、專業知識與創新能力，提出最佳的治療策略。醫師經驗持續回饋 AI，形成知識累積與持續學習的循環，讓人機協作不僅解決當下的臨床問題，也持續推動醫療技術的進步。

當我們使用 AI 的時候，它具有非常強大的預測能力，可以協助我們預測疾病風險。然而，在過去，AI 最大的限制就是無法告訴我們為什麼會得到這樣的預測結果，這就是所謂的 AI 黑盒子 (Black Box)。影片案例中為什麼天城醫師總是比 AI 更厲害？原因就在於，天城醫師在每一個決策步驟中，都能根據臨床經驗做出判斷，而不是僅依賴 AI 所提供的結果。同樣地，在傳統心血管疾病風險評估模型中，目前常用的工具，例如 ASCVD 與 SCORE2，主要都是根據年齡、性別、血壓、膽固醇、抽菸及糖尿病等傳統危險因子建立模型。這些模型基本上採用相同的評估標準，套用於所有病人，也就是所謂的「一體適用」。因此，對於整體族群平均風險的預測，這些模型具有相當好的效果。然而，當醫療逐漸朝向個人化精準醫療發展時，就如同剛才天城醫師所面對的案例，那是一個非常特殊且相當棘手的個案。一般情況下，AI 或許可以處理大部分病例，但當病人的致病機轉具有高度個體差異時，僅依賴傳統危險因子便無法充分反映真正的風險來源。因此，個人化精準醫療開始納入更多新的生物標記，例如 Cystatin C、GlycA、HbA1c、GGT、IGF-1 以及 DHA。這些新的生物標記，能夠提供更多傳統危險因子無法反映的生理與代謝資訊。

即使加入了新的生物標記，如果仍然無法分析每位病人的風險來源，就無法真正做到精準醫療。因為即使兩位病人的風險分數相同，其背後造成風險增加的原因，也可能完全不同。因此，AI 在這裡真正扮演的角色，不只是預測風險，而是協助我們分析每位病人的個人化風險來源。接下來，就是 XAI 最重要的核心概念。除了整合傳統危險因子與新的生物標記之外透過 SHAP (Shapley Additive Explanations) 方法，找出每位病人各項危險因子的影響程度與排序。換句話說，每位病人雖然可能具有相同的危險因子，但不同因子的組合，以及各因子的貢獻程度，都可能完全不同。這些差異，便形成每位病人不同的個人化風險分數，也因此導向不同的精準預防策略。因此，XAI 的目的，就



是將傳統「一體適用」的心血管疾病風險評估，提升為真正「因人而異」的精準醫療，為每位病人量身打造最適合的預防與治療策略。這也是目前 XAI 在心血管疾病防治中最重要的應用方向。

目前，XAI 應用於精準醫療最具代表性的研究之一為 UK Biobank。英國生物資料庫共納入 229,352 位研究對象，中位年齡 58 歲，研究開始時皆未發生重大心血管事件 (Major Adverse Cardiovascular Events, MACE)。研究整合傳統風險因子、生化指標及 NMR 代謝體生物標記，建立機器學習模型，再透過 SHAP 進行可解釋分析，分析每位受試者不同風險因子的影響程度與重要性排序。每位病人的風險因子排序則可能完全不同。透過這種分析方式，可以預測重大心血管事件 (MACE)、缺血性中風、出血性中風、心血管死亡、心肌梗塞及不穩定型心絞痛等臨床結果，進一步建立精準個人化的風險預測模型。

以重大心血管事件為例，模型除了納入人口學因子之外，同時整合生化指標、代謝與發炎指標，以及保護性指標，共同建立預測模型。血糖、腎功能、肝功能、發炎反應等相關指標，皆可納入分析。經 SHAP 分析後，可得到各項危險因子的影響排序，包括年齡、男性、Cystatin C、HbA1c、GGT、Creatinine、CRP、Albumin、IGF-1 及 ALT。其中，年齡、Cystatin C、HbA1c、GGT、Creatinine 與 CRP 屬於風險增加因子；Albumin 與 IGF-1 則屬於保護性因子，數值愈高，對降低 MACE 風險具有保護作用。這些重要因子同時反映心血管疾病的四大致病機轉，包括動脈粥狀硬化、心血管結構與功能異常、血栓與發炎反應，以及全身性代謝失衡。不同病人的危險因子組合不同，因此致病機轉與介入策略也會有所差異，這正是 XAI 能夠提供個人化風險評估的重要價值。因此如何建立生物標記風險指數 (BRI, Biomarker Risk Index) 與生物標記風險分數 (BRS, Biomarker Risk Score)，就成為精準疾病防治的重要基礎。整合基因遺傳、代謝標記及臨床因子，建立生物標記風險指數 (BRI)。再依據各項生物標記的數值，計算每位病人的生物標記風險分數 (BRS)，並找出各項指標所對應的臨界值，判斷病人是否已經跨越高風險門檻。透過 BRI 與 BRS 的整合分析，就可以將病人區分為低風險、中風險及高



風險三個族群。不同風險層級具有不同的 MACE 發生率，因此所對應的風險臨界值也不相同，建立低、中、高三個風險族群，作為後續臨床決策的重要依據。因此，善用 BRI 與 BRS 兩項指標，便能清楚區分不同風險層級，再結合前面介紹的 SHAP 可解釋分析，進一步分析每位病人的重要風險因子排序，找出個人化的風險來源，作為臨床優先介入與追蹤管理的依據，使精準疾病防治更具效率。接著，便可將這套方法真正應用於個人化心血管疾病預防。

利用 SHAP 找出影響心血管疾病最重要的預測因子並且在個人層級，依據每位病人的各項生物標記計算專屬的 BRS 分數，再依照分數區分為低、中、高三個風險層級，完成風險分層。完成風險分層後，便可進一步比較高風險族群與低風險族群的差異。同時，依據每位病人的風險因子排序，優先介入可改善的危險因子，包括血糖控制、發炎反應、腎功能及營養狀態等，進而量身打造個人化的預防策略。因此，SHAP 的價值不只是提高預測準確度，更重要的是能夠解釋每位病人的心血管風險來源，並結合 BRS 進行風險分層，最終為每位病人建立個人化的心血管疾病預防與照護策略。

可解釋 AI (XAI)精準心血管疾病防治應用實例

研究團隊建置 XAI 心血管疾病精準預防流程，從例行健康檢查、生活型態與家族史評估出發，結合生化檢驗及 NMR 代謝體資料，計算 BRI/BRS 風險指數。系統可將民眾分為低、中、高風險，據以提供血糖、血壓血脂、腎功能、慢性發炎、營養補充及生活型態等個人化介入建議。透過持續追蹤與策略調整，有助於及早發現高風險族群、精準配置醫療資源。多樣生物標記可協助描繪個人心血管疾病風險。Cystatin C、HbA1c、GGT 及 CRP、GlycA 等指標，可反映腎功能負擔、血糖控制、氧化壓力與慢性發炎；IGF-1、Omega-3/DHA 及 HDL-C、M-HDL-PL 則與保護作用及較低心血管風險相關。透過整合多重標記，能掌握腎功能、糖脂代謝與發炎等致病路徑差異，進一步提供更貼近個人需求的預防與健康管理策略。

第一位案例為 62 歲男性，有 30 包年吸菸史，接受高血壓藥物治療，BMI 為 29.8、收縮壓 148 mmHg，累積多項心血管危險因子。傳統 ASCVD 評估僅列為中高風險，但就



個人預測風險可能低估實際威脅。運用研究提出 XAI 以 BRS 評估則達 18 分，顯示其已屬極高風險族群。針對這名高 BRS 個案，XAI 個人風險特徵圖譜顯示，多項指標皆將預測推向高心血管風險。年齡、Cystatin C、GGT、CRP、HbA1c 與 GlycA 均呈正向影響，其中年齡、Cystatin C 及 GGT 為關鍵驅動因子；IGF-1、Omega-3 與 DHA 原有的保護作用則明顯失效。值得注意的是，Cystatin C 每增加 1 個標準差，心血管死亡風險增加 17%，為六項終點中最顯著。結果顯示此個案腎功能、代謝及發炎等心血管相關風險路徑惡化。依據個人風險圖譜，可為該高風險個案設計多面向心血管精準預防方案。介入重點包括戒酒、避免肝毒性藥物與處理脂肪肝，協助 GGT 由 68 降至 50 以下，找出並控制發炎來源，使 CRP 低於 2.0，透過生活調整及必要藥物，將 HbA1c 改善至 37.0 以下。同時建議補強 Omega-3 與 DHA 等保護性脂肪酸，並積極降壓、戒菸及討論 statin 治療。

第二位案例為 58 歲停經女性，以缺血性中風為終點，具有類風濕關節炎病史，血壓為正常高值，LDL-C 為 3.6 mmol/L。傳統評估因女性且非糖尿病，整體風險分數偏低，容易低估實際風險。然而，本案風險並非集中於總分，而是聚焦於慢性發炎相關路徑，屬於總分不高卻具有發言路徑風險案例。SHAP 分析顯示，本案例對缺血性中風風險的主要貢獻來自 GlycA 與 CRP，影響程度高於年齡與性別，顯示風險集中於慢性發炎軸。GlycA 可反映整合性的慢性發炎狀態，對低度發炎較為敏感。投影片同時列出 GlycA 與缺血性中風及心血管死亡相關的風險比，支持發炎路徑與臨床風險之關聯。根據 SHAP 結果，臨床介入應優先聚焦於發炎路徑。首先控制類風濕關節炎活動度，其次針對 DHA 偏低補 omega-3，並持續監測血壓、評估 LDL-C 與整體心血管風險。投影片強調，BRS 的價值不僅在於整體分數，更可透過 SHAP 揭示風險機轉，協助規劃個人化預防策略。比較兩位案例可發現，高分代表整體風險負荷較高，而低分個案仍可能存在特定機轉主導的隱性風險。案例一屬全面惡化型，案例二則屬發炎集中型，兩者主要終點、關鍵標記與介入重點皆不同。結果顯示，臨床應結合 BRS 與 SHAP 進行整體風險與機轉判讀，以提供更精準的個人化預防策略。



以上內容將在 2026 年 7 月 15 日(三) 10:00 am 以線上直播方式與媒體朋友、全球民眾及專業人士共享。歡迎各位舊雨新知透過星球永續健康網站專頁觀賞直播！

- 星球永續健康網站網頁連結：

<https://www.realscience.top/7>

- Youtube 影片連結：<https://reurl.cc/o7br93>

- 漢聲廣播電台連結：<https://reurl.cc/nojdev>

- 不只是科技：<https://reurl.cc/A6EXxZ>



講者：

陳秀熙教授/英國劍橋大學博士、許辰陽醫師、陳立昇教授、嚴明芳教授、林庭瑀博士

聯絡人：

林庭瑀博士 電話：(02)33668033 E-mail：happy82526@gmail.com

劉秋燕 電話：(02)33668033 E-mail：r11847030@ntu.edu.tw