

星球永續健康線上直播

星球健康週新知 &

專題: 可解釋AI (XAI) 醫療應用

XAI臨床導入與心血管疾病應用實例

2025-12-17

CHE團隊：

陳秀熙教授、許辰陽醫師、陳立昇教授、嚴明芳教授、林庭瑀博士、
劉秋燕、羅崧瑋、林家妤、陳虹玟



資訊連結:

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

星球永續健康線上直播



<https://www.realscience.top/4>

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

漢聲廣播星球永續健康:

https://audio.voh.com.tw/TW/Playback/ugC_Playback.aspx?PID=323&D=20240615

新聞稿連結: <https://reurl.cc/no93dn>

本週大綱

- 星球健康新知 (2025 / W49)
- XAI醫療應用臨床導入指引
- XAI醫療輔助實例: EKG生理年齡預測解析

星球健康新知

2025 / W49

英、法、德整合對烏支援強化安全應對： 「未雨綢繆，另起爐灶」



歐洲領袖倫敦齊聚
重申對烏克蘭團結支持

英國、法國、德國尋求動用俄羅斯凍結
資產援助烏克蘭重建與東歐防務



歐洲盟友敦促對烏提供更多安全承諾

俄國及白俄羅斯頻繁侵擾東歐邊境
英國皇家海軍強化大西洋防務智慧轉型



美國-歐洲重建戰略佈局 尋求地緣平衡

「言出法隨,戰略抉擇」



kyivpost.com

美國國會提出《國防授權法案》
強化歐洲軍事承諾並納入法律規範



rferl.org

白宮公布《國家安全戰略》
轉向美國優先，不再以全球安全為核心

歐洲理事會主席警告
美國勿干涉歐洲事務



歐洲理事會主席
科斯塔



theguardian.com

川普訪歐行程與
歐洲領袖及烏克蘭總統合影

烏克蘭總統與英國首相、法國總統、
德國總理面商東歐安全機制



demonde.fr



美國、歐洲、中國AI產業競局：「三分天下」



川普開放 NVIDIA 對中出售先進AI晶片
H200 中國立場仍存變數



川普統一AI監管法規加速產業發展策略
獲NVIDIA支持

川普12/11簽署人工智慧行政命令 以聯邦單一框架取代州別分散規範



歐盟致力推行晶片法案2.0
尋求AI產業監管與發展平衡

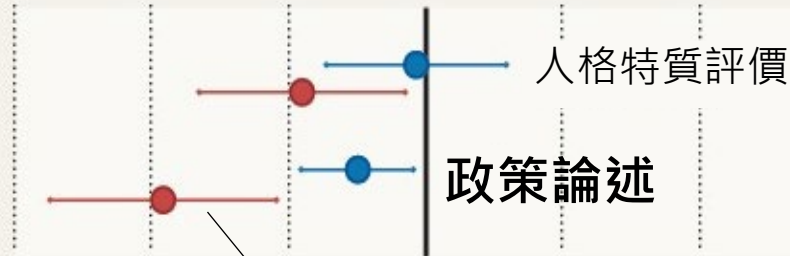




AI語模影響民眾政治態度：「潛移默化」

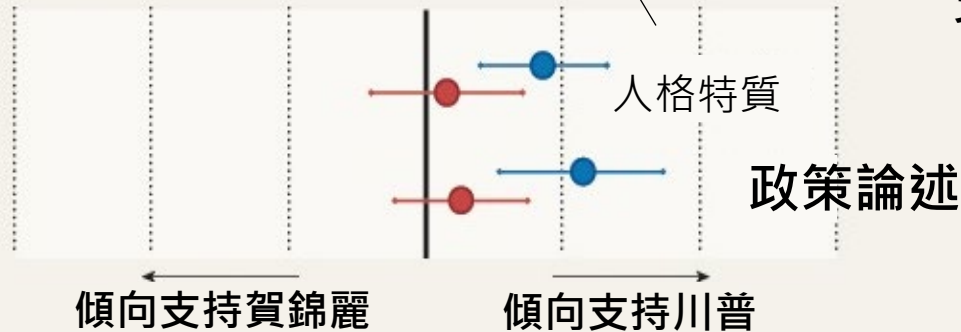
一開始支持 ● 川普 ● 賀錦麗

與支持賀錦麗AI對話後改變



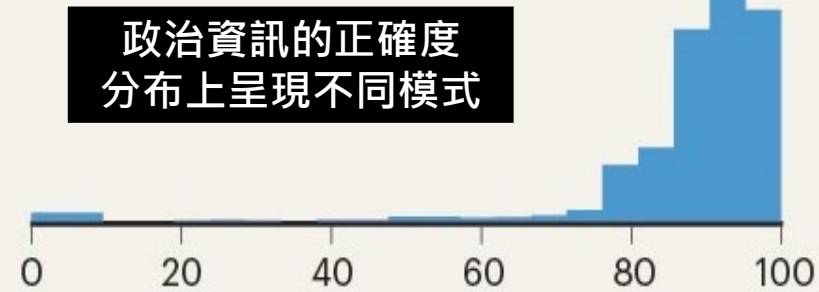
不論原本支持誰與 AI 進行三輪短對話
皆會對支持意願造成偏移

與支持川普AI對話後改變

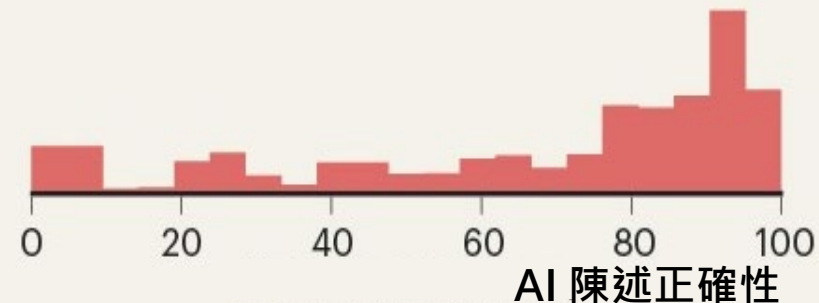


AI 訊息正確性

支持賀錦麗的AI



支持川普的AI

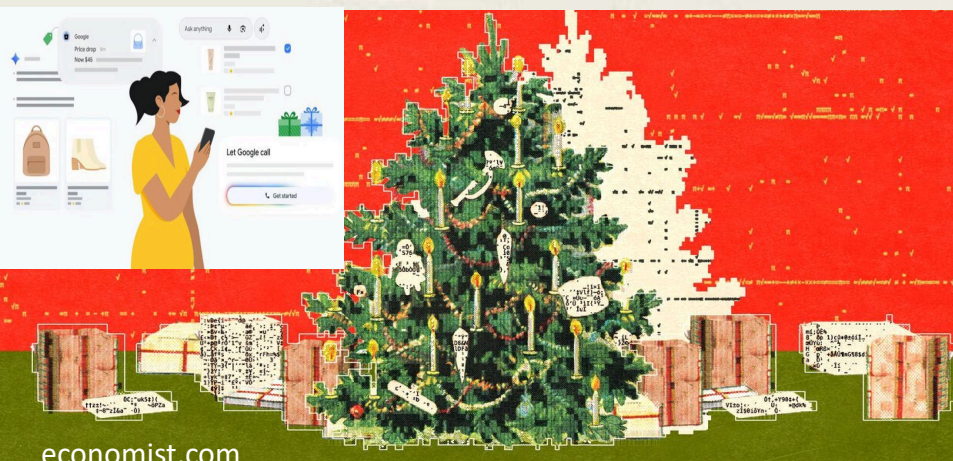
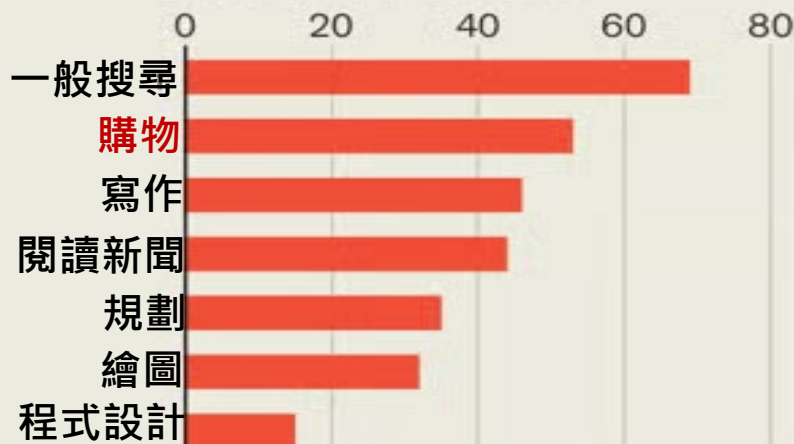


- AI 透過短暫對話可影響使用者政治立場
- 在AI對話後出現支持態度上的轉向，以政策論述影響較大
- AI 在政治議題提供內容具差異性與不精確風險

AI 形塑新世代學習模式與消費行為:「以智代思」

美國民眾使用 AI 做甚麼?

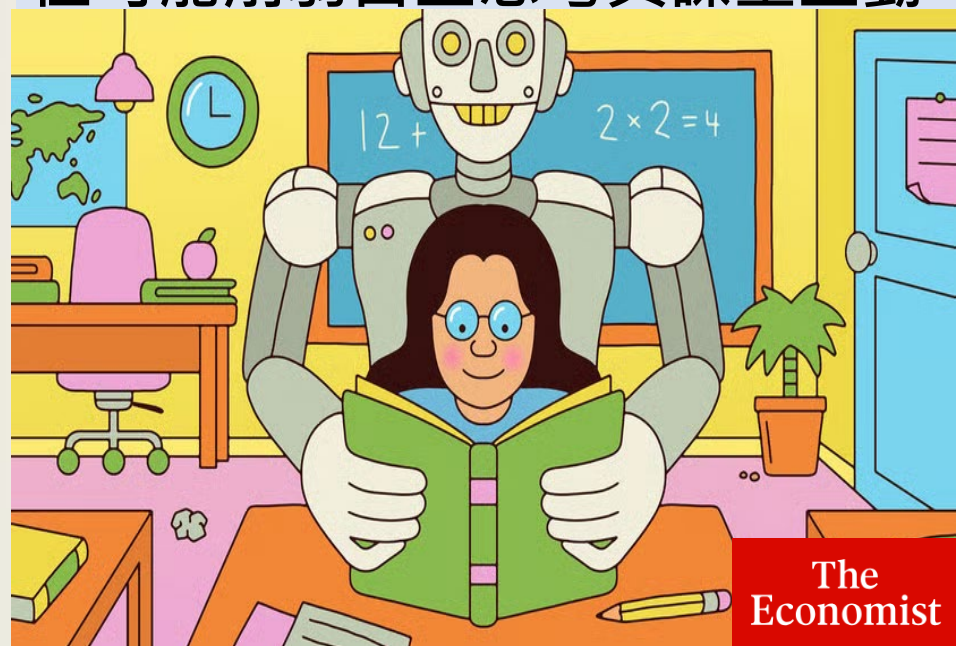
調查受訪者最近三個月中使用 AI 的主要用途



AI改變消費決策過程

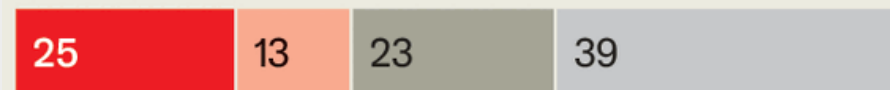
使搜尋、比價與購物更加自動化

AI提升學習效率 但可能削弱自主思考與課堂互動



美國高中生使用人工智慧的情況

2024-25 年，百分比



AI 科學審稿模式：「速審難鑑」

Giorgio F. Gilestro, Nature, 2025

傳統人工審稿存在以下問題：審稿速度慢、專業人力有限、人為偏見與利益衝突

➤ 導入 AI 審稿者可望提升學術審查的速度、促進效率與客觀性

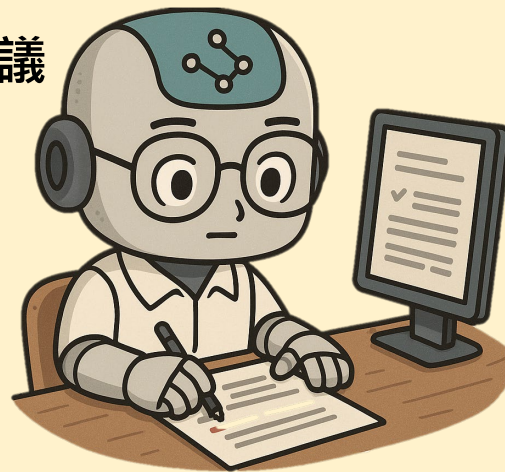


引入以色列開發AI審查工具，可在 30 分鐘內提供論文初步評語，包括：

➤ 原創性、邏輯、方法與實驗建議、文稿內容修訂建議

OpenRxiv 規劃 AI vs. 人類審稿比較研究，評估

1. 是否可正確評判一般常見科學研究型態
2. 是否能辨識突破性科學研究結果與文稿
3. AI 是否對創新性研究文稿過度批判



風險與挑戰

1. 回歸平均值問題：AI 以平均意見審查，缺乏專家差異與最新經驗
2. 完美主義傾向：過度挑剔、提出不切實際或重複建議，甚至誤讀內容
3. 影響AI接受度：錯誤引用或錯誤資訊會迅速削弱研究者對審稿系統的信任

美國公共與科研單位推動AI基礎設施： 「算權再平」



紐約州

Empire AI計畫投入十年五億美元，由九所大學與 Simons Foundation 組成聯盟。已啟用 Alpha(約 200 顆高階 NVIDIA GPU，服務 350+ 名研究者)，Beta 建置中(Blackwell GPU、效能提升)，目標為 2027 年完成 Gamma，後續規畫 Delta。

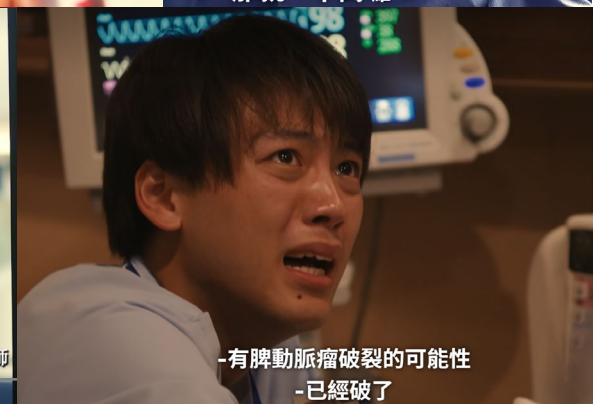
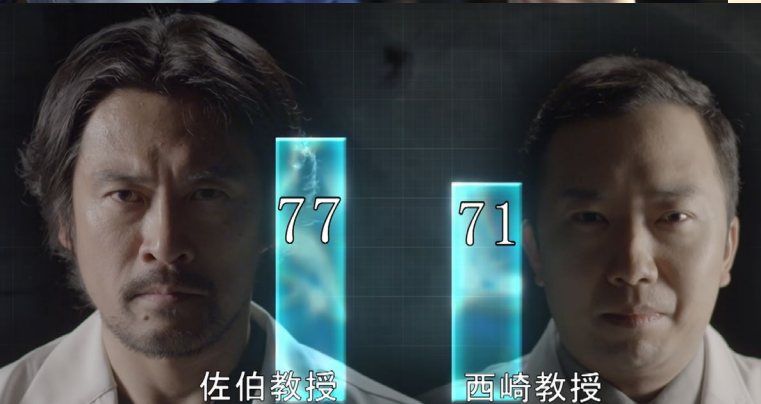
CELINA ZHAO, Nature, 2025

加州

CalCompute計畫，2024 年通過立法成立，由公部門支持、設於加州大學(UC)體系內的 AI 專用運算設施。提供不同領域的學術研究者能公平使用 AI 算力，發展以公共利益為導向的研究工具。補足學界長期缺乏高階 GPU 資源結構性問題

XAI臨床應用導入指引

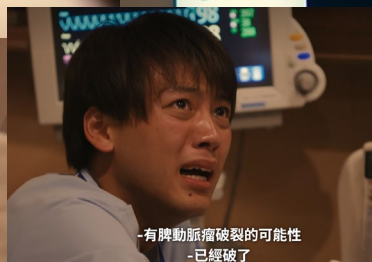
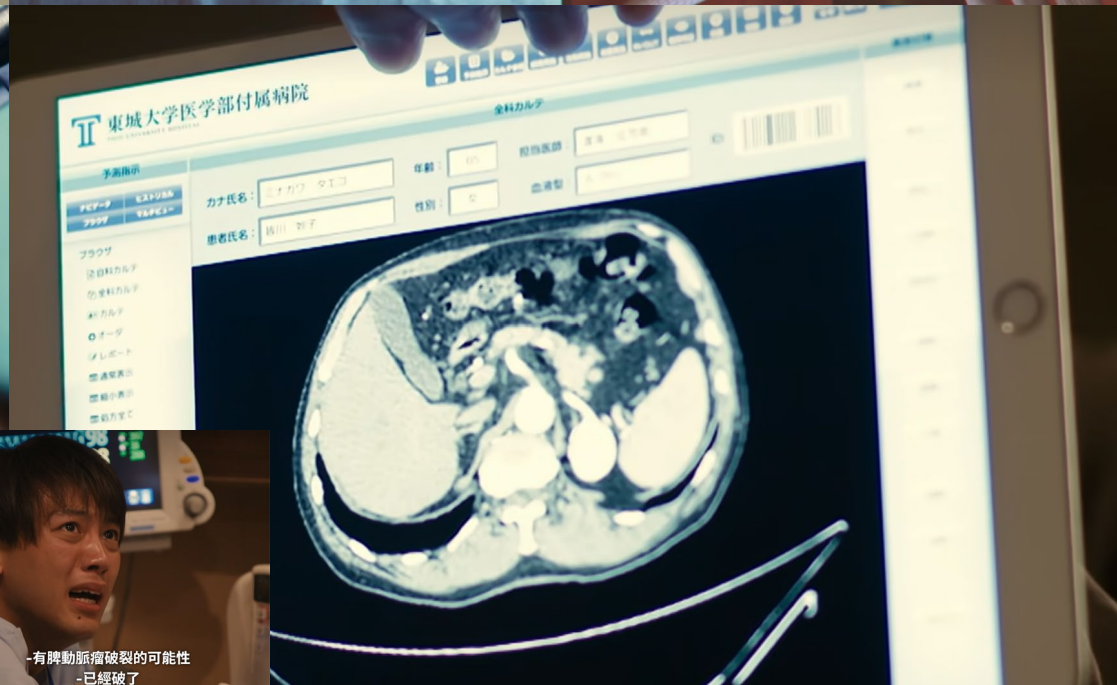
黑色止血鉗：佐伯式執刀技術



黑色止血鉗: 引入新技術醫狙



也證明了醫狙的功能
足以取代人的雙手



黑色止血鉗：醫狙手術挑戰

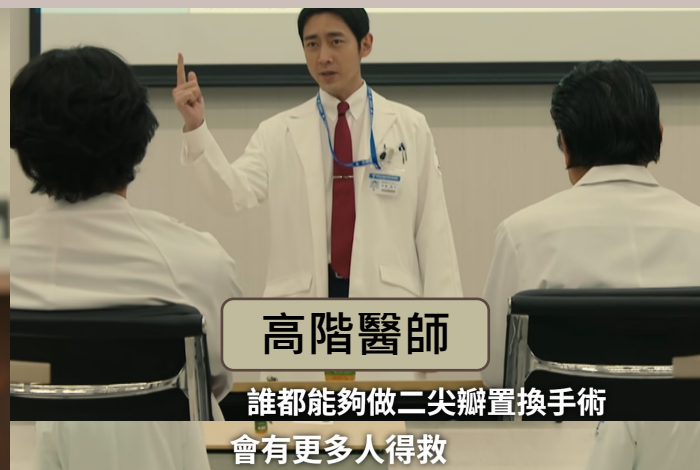


是那位需要做二尖瓣手術的患者？



佐伯教授

佐伯教授的手術計畫
已經排到兩個月後了



高階醫師

誰都能夠做二尖瓣置換手術
會有更多人得救



只要會操作醫狙
人人都能做二尖瓣置換手術



團隊成員不眠不休練習



接下來置入人工心臟瓣膜



關川醫生是左撇子



機器造成心臟受損，血流不止



渡海醫師

給我1000萬，我來搞定

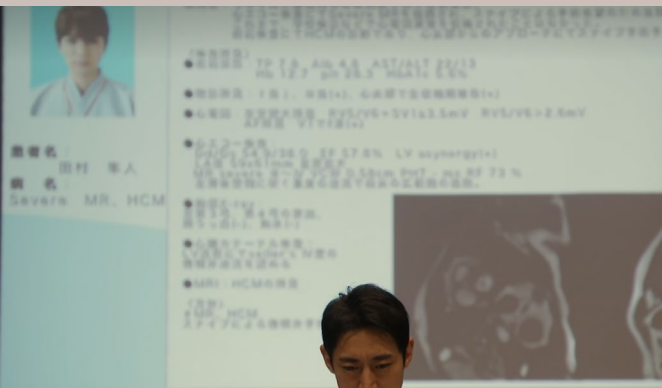


人工心臟瓣膜脫落了

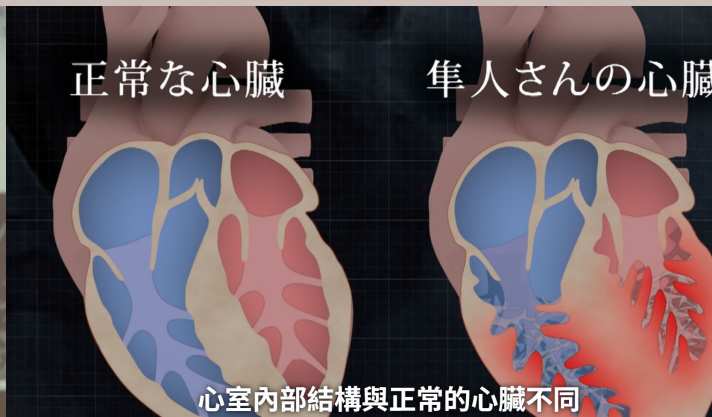


我正在按壓止血

黑色止血鉗：醫狙手術成功案例



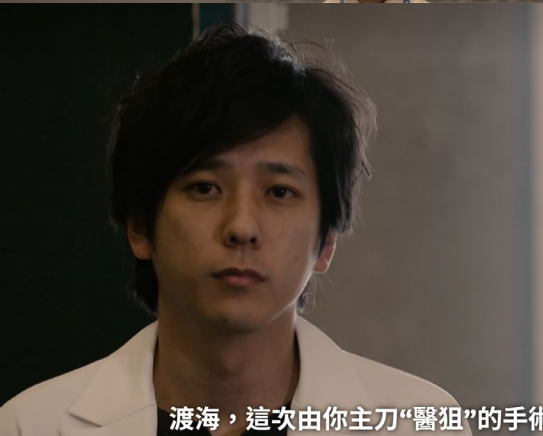
我們發現隼人患有肥厚性心肌症



心室內部結構與正常的心臟不同



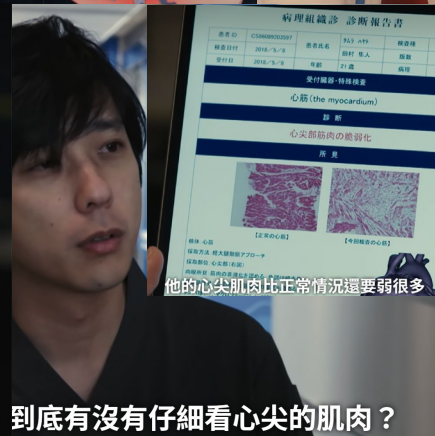
那是不可能的



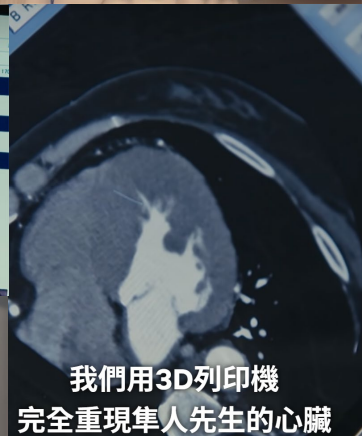
渡海，這次由你主刀“醫狙”的手術



-我不做了
-什麼？



他的心尖肌肉比正常情況還要弱很多

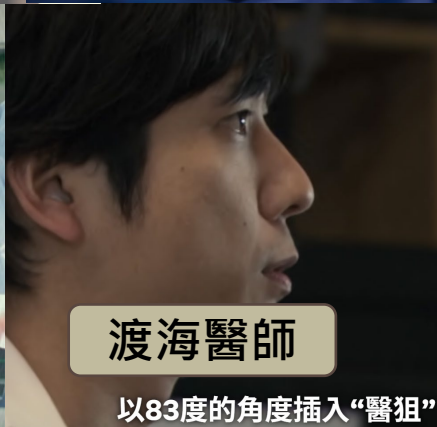


我們用3D列印機
完全重現隼人先生的心臟



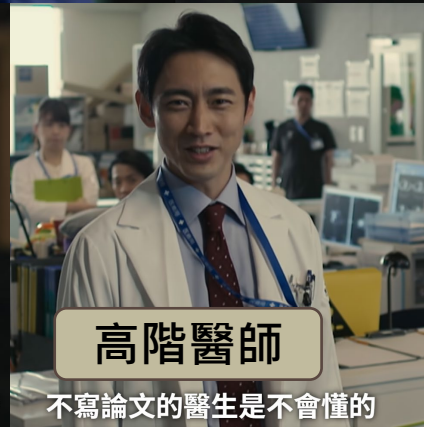
太厲害了

我們試了無數次



渡海醫師

以83度的角度插入“醫狙”



高階醫師

不寫論文的醫生是不會懂的



渡海和高階合作，不停換手
用SMILE吻合器救兩名病患

雖然跟渡海先生比
多花了一點時間，但非常順利

可解釋醫療 AI 框架: CLIX-M

Brankovic et al., 2025

CLIX-M 由澳洲 e-Health Research Centre 開發
目的在於補強臨床觀點下XAI 評估要素

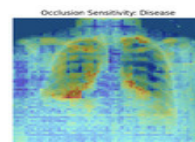
TRIPOD+AI

重視報告與方法、結果透明度

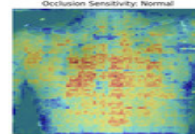
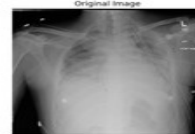
- 預測目標對象
- 預測時間範圍
- 訓練、驗證、測試表現
- 臨床可用情境
- 預測誤差臨床後果

CLAIM

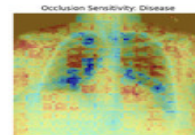
影像 AI 應用可視化品質
Grad-CAM、Heat map、saliency map



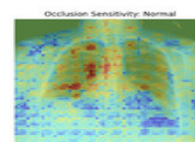
(a)



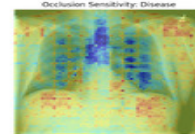
(c)



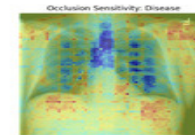
(e)



(b)



(d)



(f)

CLIX-M : XAI 臨床導入評估

重視臨床醫師如何理解並採用 XAI 做為決策輔助

CLIX-M XAI臨床應用評估核心屬性

Brankovic et al., 2025

臨床屬性

1

應用目的(Purpose)

說明用途，如診斷、預後
風險溝通或臨床教學

2

領域相關性 (Domain Relevance)

評估是否符合臨床知識並
回應實際工作流程需求

3

合理性 (Reasonableness)

確認解釋是否貼近臨床推論與病理生理理
解

4

決策支持 (Actionability)

評估解釋是否提供可行資訊，
能支援臨床決策

模型屬性

1

敘事推理 (Narrative)

檢視解釋是否能連結病程與臨床軌跡

2

偏差與公平 (Bias / Fairness)

利用解釋偵測模型偏差
並說明改善方式

3

疑難排除 (Troubleshooting)

分析錯誤案例找出改善模型方法

4

彙整解讀(Interpretation)

統整主要發現並解釋臨床意涵

5

限制 (Limitation)

提示應用限制與可視化偏差

決策屬性

1

正確性 (Correctness)

確認解釋是否符合標記結果

2

信心程度 (Confidence)

量化解釋的可信度說明其解讀方式

3

一致性(Consistency)

在不同設定、輸入
與病人層級是否保持一致

4

穩健性 (Robustness)

比較多種解釋方法結果是否一致

5

因果效度 (Causal Validity)

評估解釋是否具因果合理性並說明驗證



XAI 臨床導入多角色核心任務與責任分工

Brankovic et al., 2025

臨床醫師

評估「臨床屬性」是否合理



判斷 XAI 是否符合臨床推論

確認解釋內容是否安全



介面設計專業人員

設計易於理解-解釋呈現

設計直覺、易讀界面，依臨床

情境設計呈現方式，降低認知負荷

資料科學家 / ML 工程師

確保 XAI 解釋技術面正確

確保解釋結果技術上可信、

建立可稽核模型與解釋流程



法規單位 / 品質管理



確保合規性、安全與文件完整

審查 XAI 是否具有可稽核性

確保系統符合監管標準與安全規範

XAI

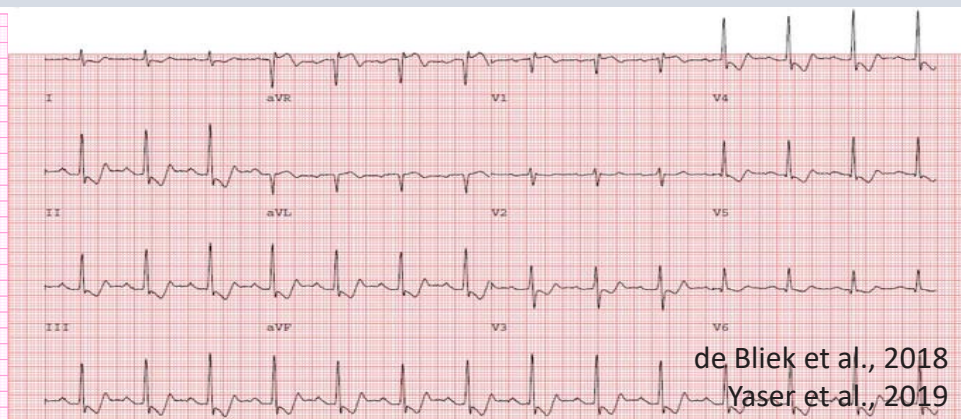
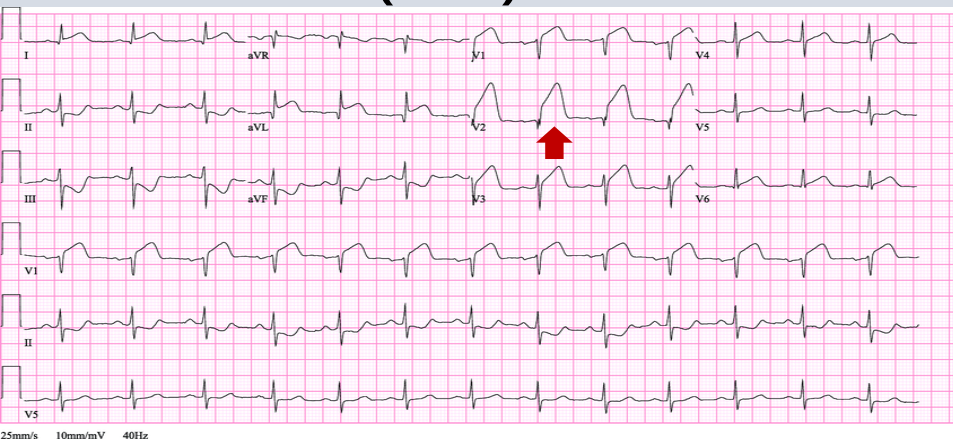
確保 XAI 的解釋在「臨床、技術、人因、治理」四個層面皆可信
促進在臨床決策支援系統中的輔助臨床決策與病患健康

XAI 臨床導入情境：EKG判讀

於急診或心臟內科門診環境中，導入12導程心電圖 AI輔助，自動判斷病人是否為急性心肌缺血(如 STEMI或高風險NSTEMI)，作為是否啟動心導管流程即時輔助工具。

模型輸出

- 主要判斷結果：高風險缺血(Yes / No、機率)
- 可解釋性(XAI)輸出：指出對判斷結果主要依據導程與波形特徵



AI 臨床導入情境與目的

輔助臨床決策需求

- 協助臨床醫師快速理解模型判斷為高風險缺血依據
- 支援醫師再確認(double-check)，提高AI結果可應用性
- 在ST變化不明顯或接近臨界情境中提供額外判斷線索

適合臨床導入 XAI 形式

- EKG導程特徵辨識歸因(如 ST段升高標註等)
- EKG時間序列中局部區段重要性標示，取代整體分數或黑盒預測呈現



臨床屬性 (Clinical Attributes)

領域範疇相關性(Domain Relevance)

XAI 所提供的解釋需直接對應至臨床可理解的心電圖概念，例如：

II、III、aVF 導程的 ST 波段升高、V1–V3 導程對應變化等符合醫師日常判讀語言

可解釋性 (Reasonableness / Coherence)

若模型解釋指出：「判斷主要來自 II、III、aVF 導程變化細節

臨床上可被視為：

與下壁心肌梗塞臨床經驗知識典型推論一致。

可支持臨床決策(Actionability)

可支持臨床決策例如是否啟動 STEMI 小組、是否立即重做 EKG 或加驗心肌指數、建議觀察與再評估時間等



模型屬性 (Model Attributes)

理解性說明(Narrative Reasoning)

呈現病患過去多次EKG呈現ST波段動態變化、輔助醫師建立病程脈絡

偏誤評估(Bias and Fairness)

模型在女性或合併心室肥厚的病人中可能過度依賴ST基礎變異提高假陽性風險

XAI維運團隊可據此調整訓練資料分布與特徵設計

模型校正 (Model Troubleshooting)

解析偽陽性與真陽性案例時，可觀察到偽陽性案例中，XAI受雜訊或肌電干擾誤判，真陽性案例則集中於一致且解剖構造合理缺血導程，可用於改善前處理流程與濾波策略。

解析限制 (XAI Limitation)

系統需明確標示 XAI 為輔助理解工具，不應單獨作為是否進行導管或侵入性處置依據



決策屬性 (Decision Attributes)

正確性 (Correctness)

驗證資料集中可評估 XAI 所標示的 ST 波段異常區段，與人工標註之缺血區段重疊程度，
以時間窗重疊率或導程一致性進行量化解析評估

決策建議信心 (Confidence)

解釋結果的信心區間(例如透過 bootstrap 評估 ST 波段異常升高重要性的變異)，於信心
低於預設閾值時提示該解釋屬於穩定度較低的情境

一致性(Consistency)

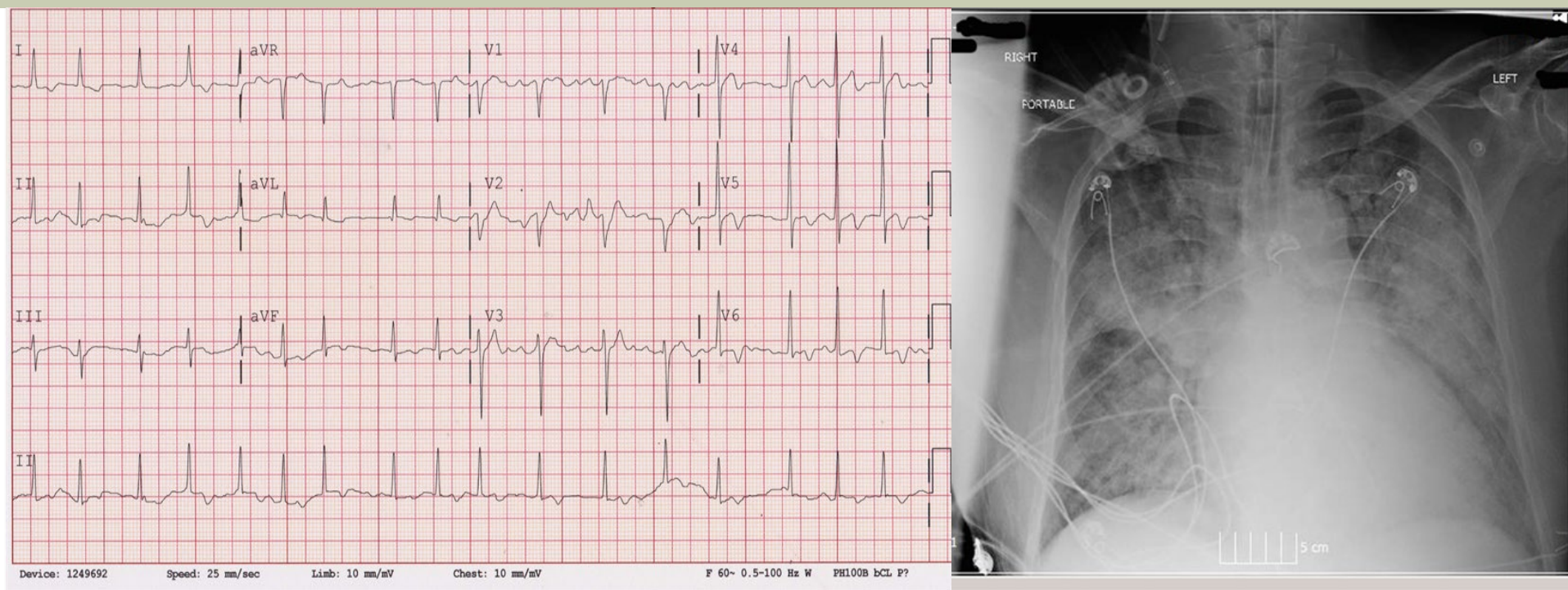
解析同一病人連續取得的EKG若臨床狀態相近，XAI 應聚焦於相同或高度重疊的導程，若
在僅有輕微噪音變化下，解釋結果大幅波動，則顯示AI工具穩定性不足

因果合理性 (Casual Validity)

清楚說明XAI 顯示為模型中學習到關聯性，可能並非完全生理因果機制，
避免將 SHAP、LIME 等方法誤解為因果證據

XAI醫療輔助實例: EKG生理年齡預測解析

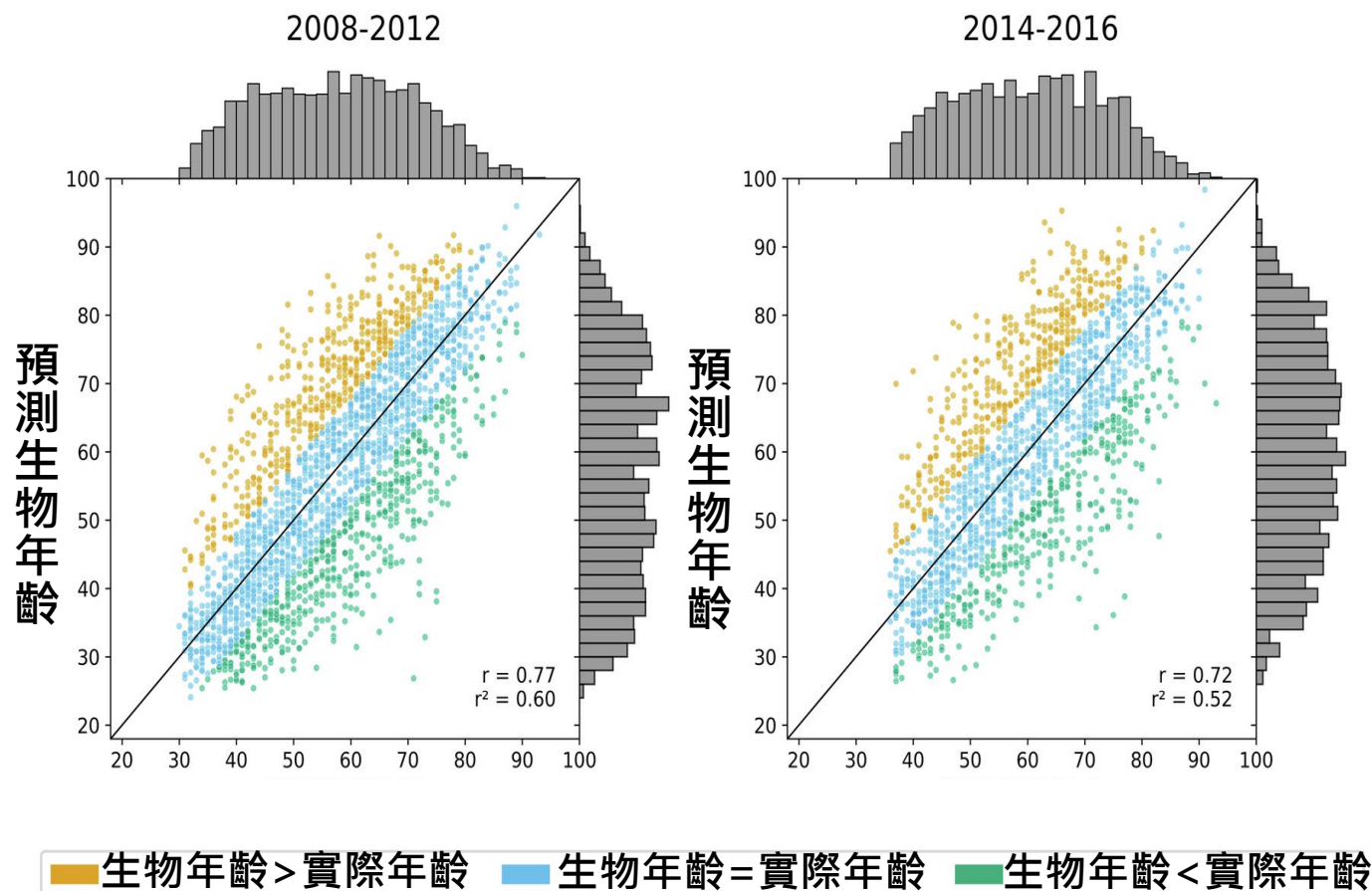
心電圖表現是否可預測壽命



長期高血壓與心房顫動的老年男性，術前心電圖僅見心房顫動合併側壁 T 波倒置，手術與給液量皆平順，但術後在血壓升高下發生急性肺水腫並需插管照護

心電圖壽命預測AI評估設計

Hempel et al., 2025



分析族群年齡
為 40–75 歲
追蹤20年

模型輸入：
心電圖訊號
模型輸出：
預測年齡

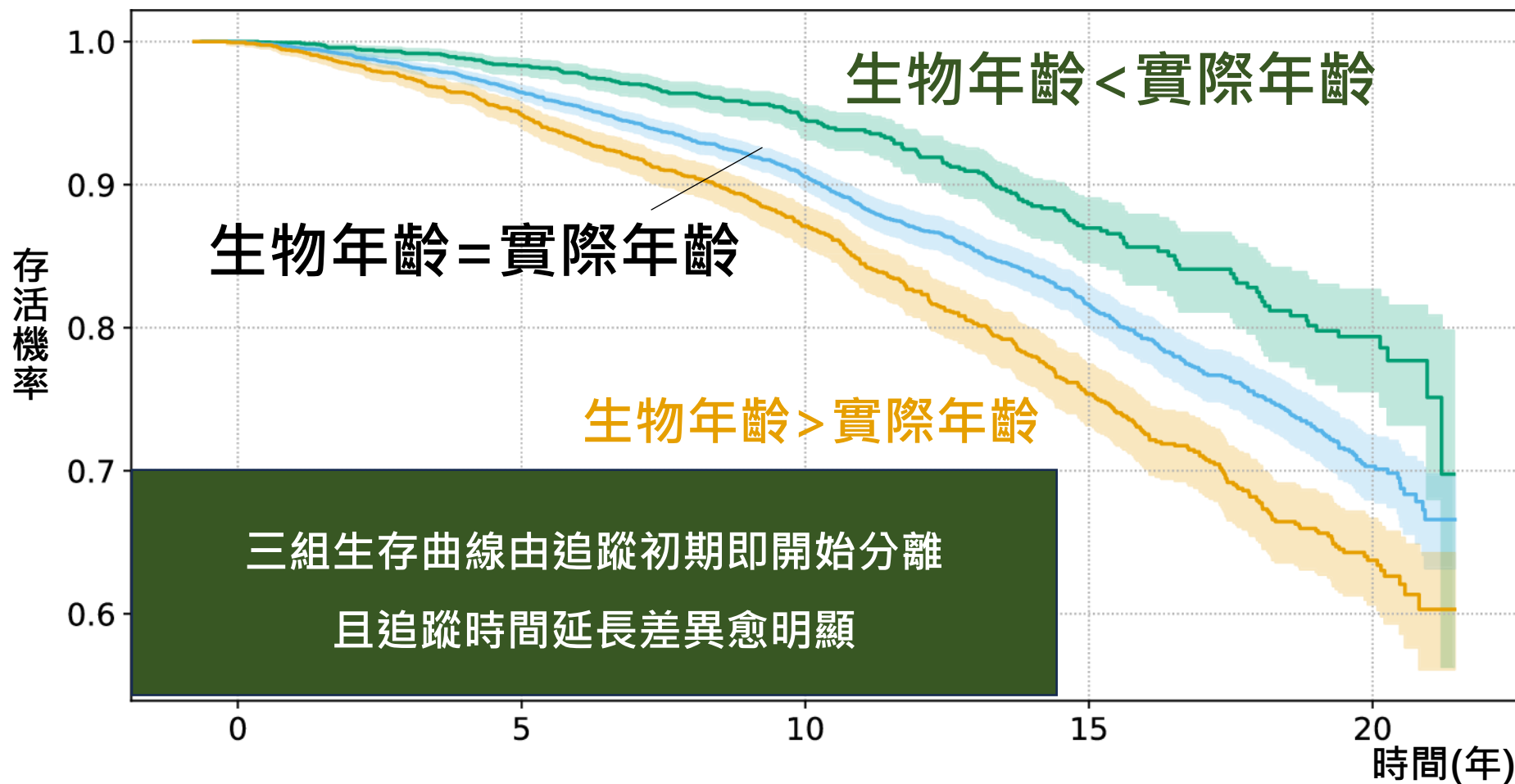
分成三組：
生物年齡 > 實際年齡
生物年齡 = 實際年齡
生物年齡 < 實際年齡

以AI利用心電圖訊號判讀生物年齡年齡(ECG-age)

作為心血管疾病風險預測指標的可行性

心電圖年齡與存活率呈現梯度式分層

Hempel et al., 2025



三組生存曲線呈現一致存活機率梯度分布，顯示AI判讀心電圖年齡能反映心臟生物年齡差異，並且可運用於區分存活預後風險



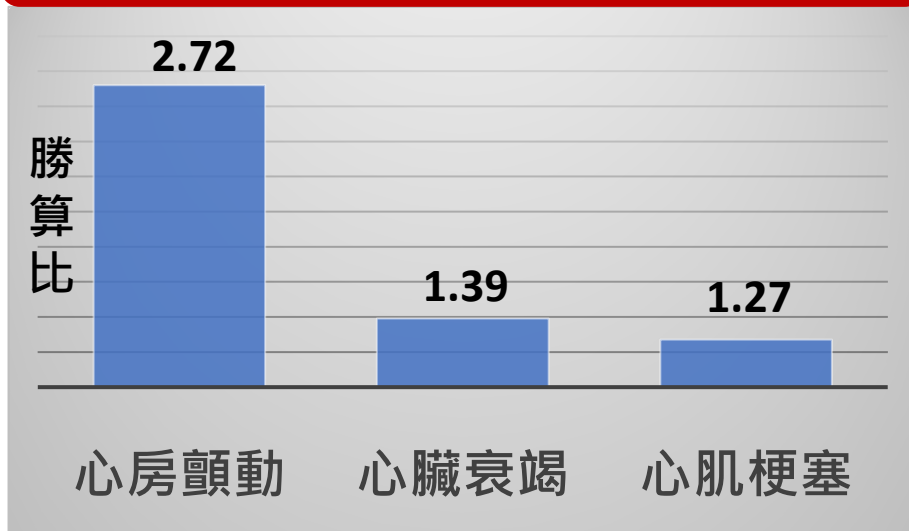
心電圖預測年齡與心血管事件關聯性

Hempel et al., 2025

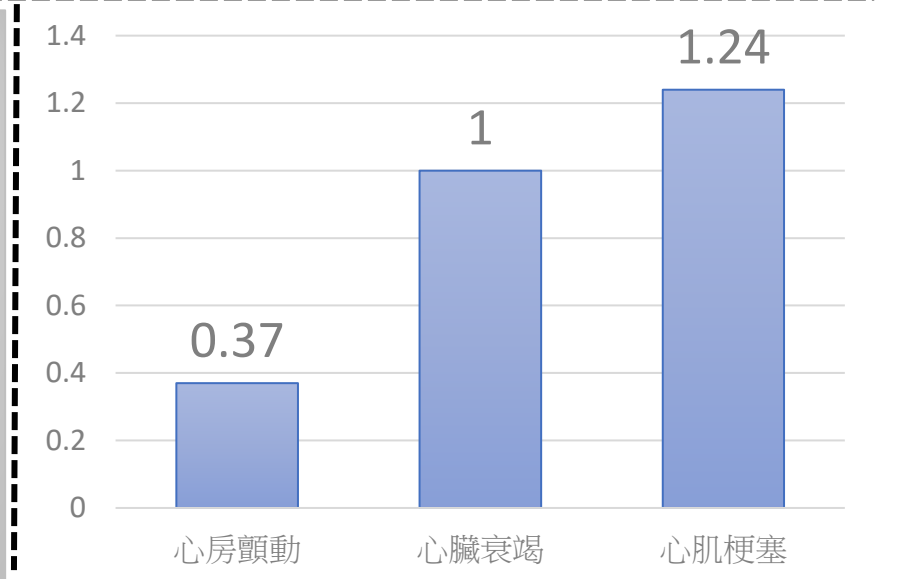
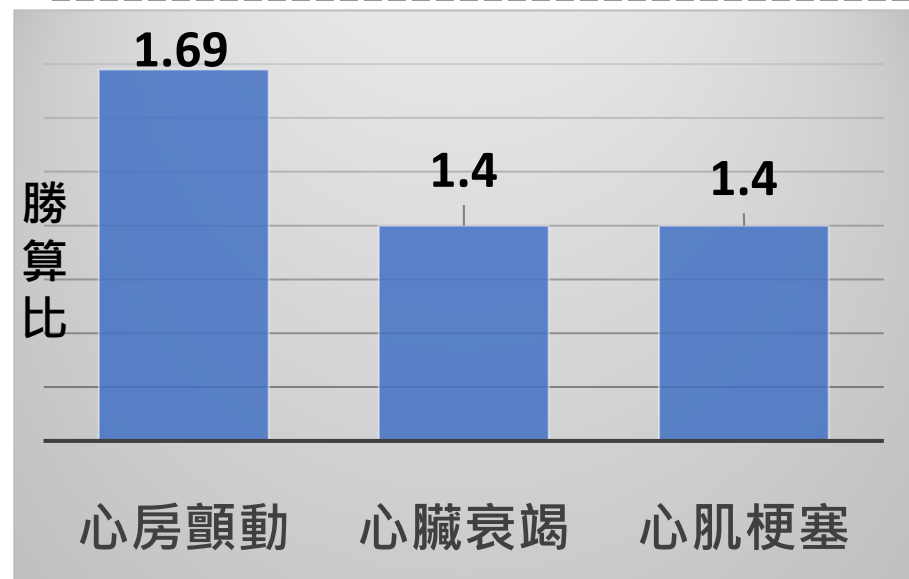
生物年齡 > 實際年齡

生物年齡 < 實際年齡

實際診斷



預測發生



心電圖生物年齡死亡重要預後指標

Hempel et al., 2025

初次收案心電圖預測生物年齡 > 實際年齡

HR=1.44(1.16-1.80)

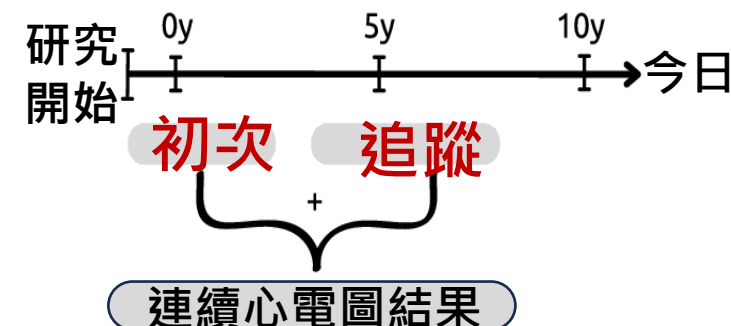
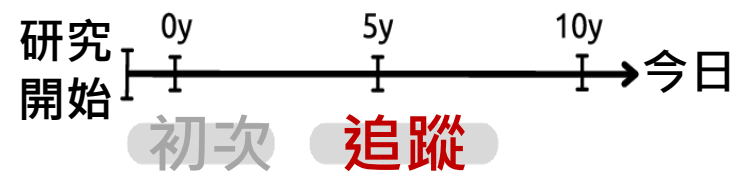
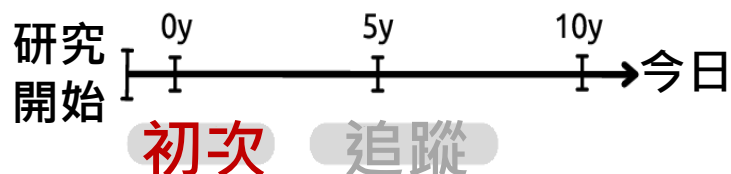
後續追蹤心電圖預測生物年齡 > 實際年齡

HR=1.43(1.14-1.80)

兩次心電圖年齡預測年齡皆大於實際年齡

HR=1.65(1.25-2.17)

死亡風險增加

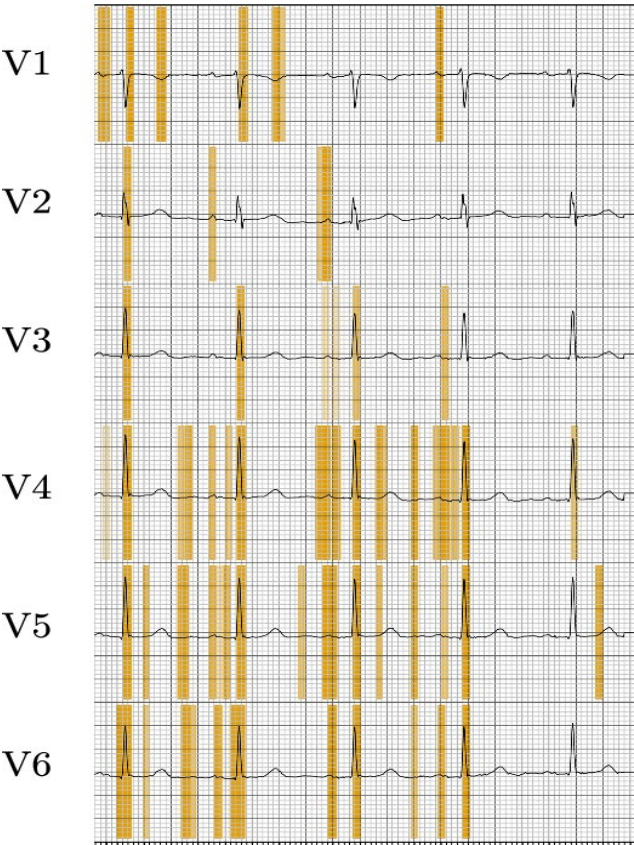


- 心電圖預測生物年齡高於實際年齡超過 8 歲約增加40%死亡風
- 若兩次心電圖預測生物年齡呈持續老化死亡風險增至65%

EKG死亡風險預測解析: XAI

Hempel et al., 2025

51 歲女性
XAI 預測 72 歲

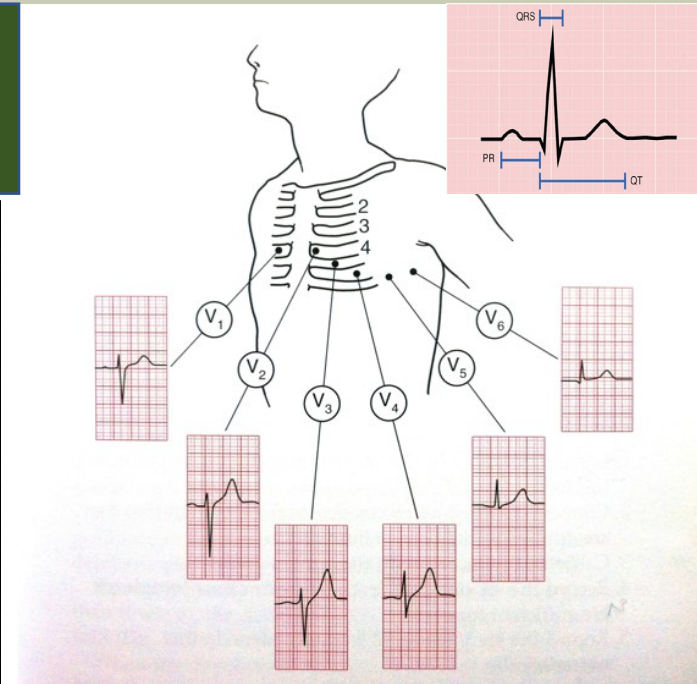


- V1-V4 呈現 R 波振幅增加
與右心負荷增加 → 右心肥厚
- P 波異常，心房纖維化問題

52 歲女性
XAI 預測 41 歲



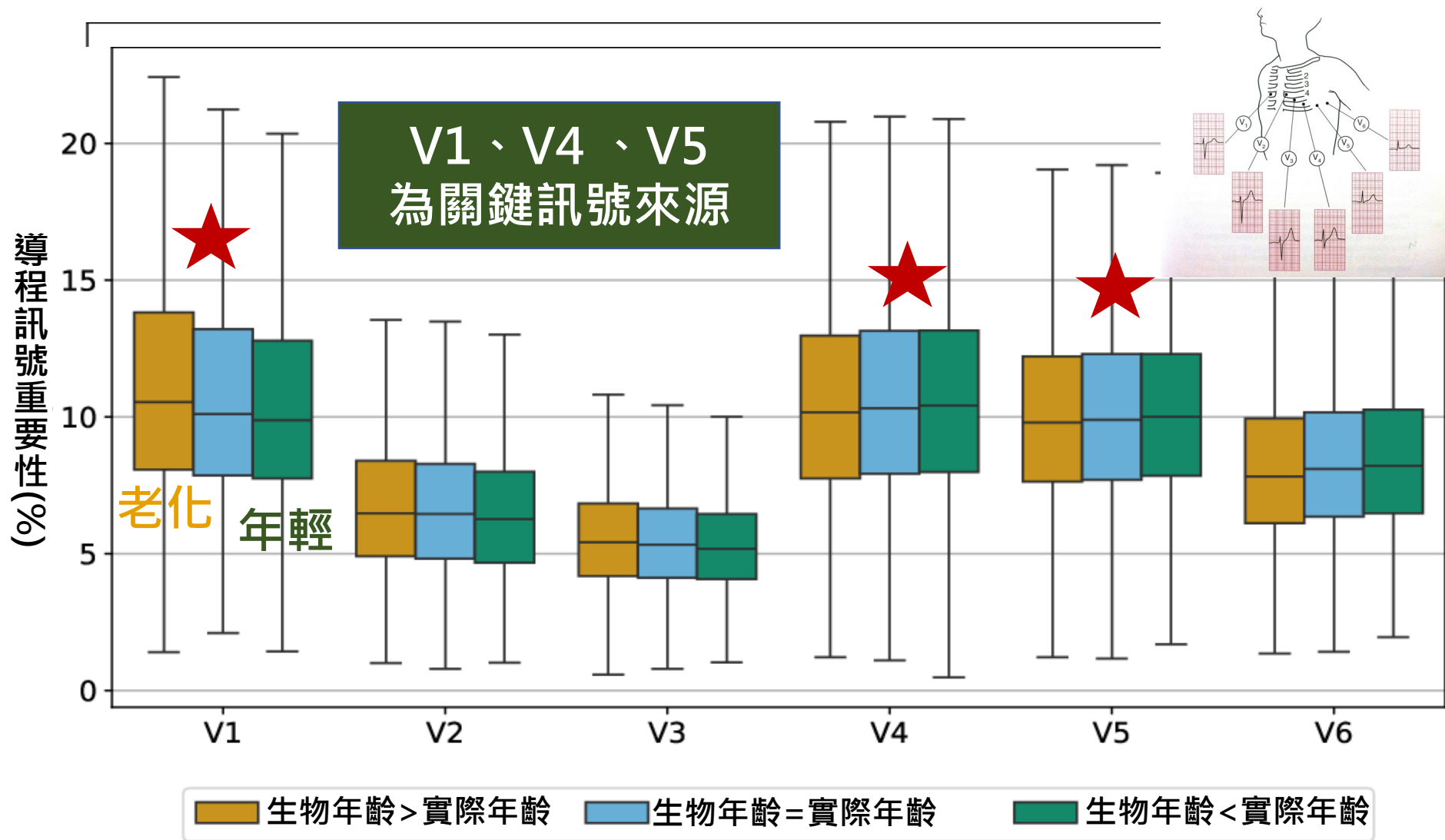
- V4-V6 R 波進展良好
- T 波平順、無異常



- 透過心電圖細微變化
偵測心臟老化程度與
病理性變化
- 解析預測個人化心臟
生理年齡

V1 與 V4-V5：AI 判讀的關鍵導程

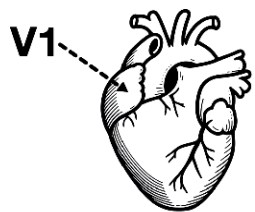
Hempel et al., 2025



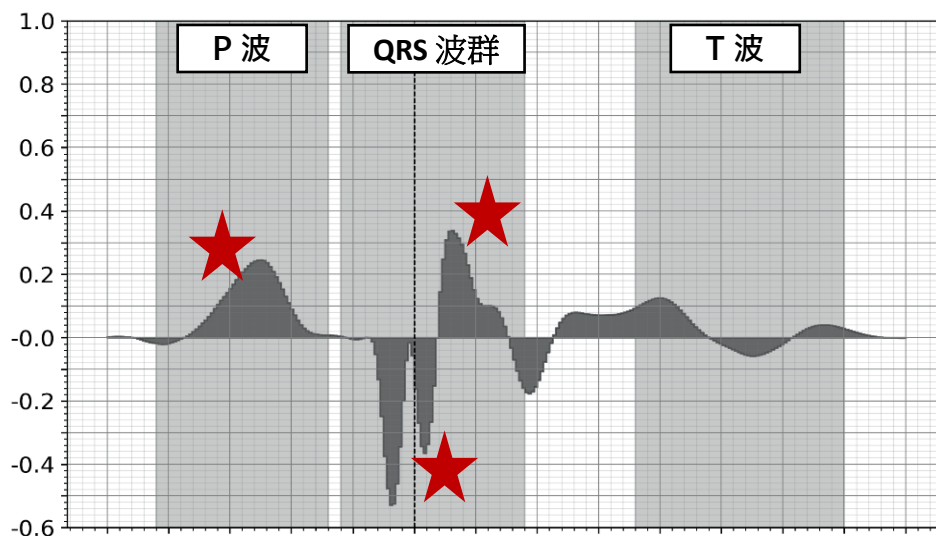
V1 反映心房與右心訊號，V4-V5偵測左心室電氣活動

V1 與 V4 的 XAI 老化訊號重點

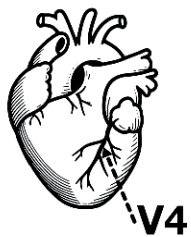
Hempel et al., 2025



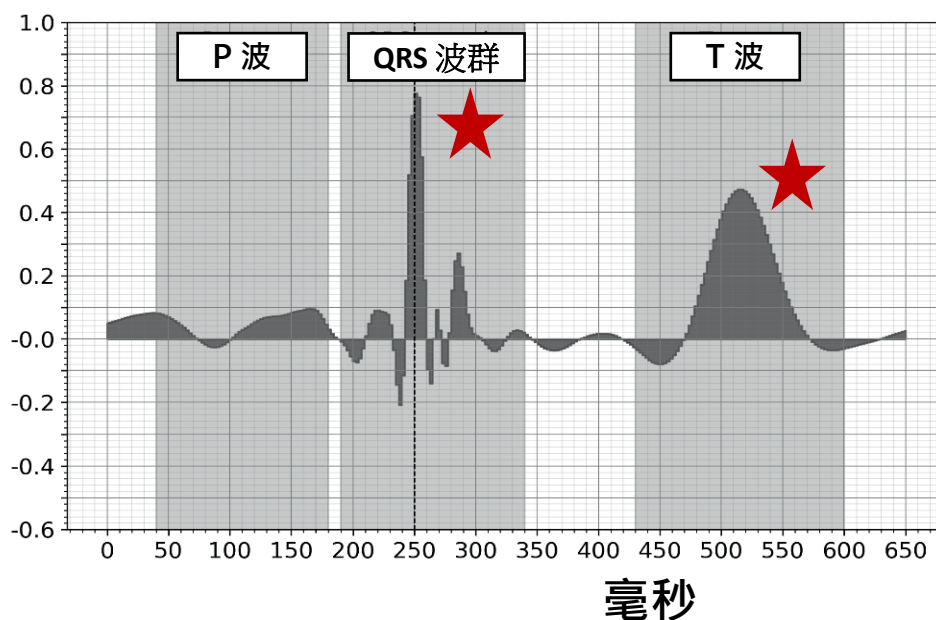
著重於
右側心房的
電氣活動



- P 波訊號與老化正相關，反映心房傳導變慢
- R 波附近負相關，代表較年輕心室活動
- R 波後段正相關上升，表現右心負荷訊號



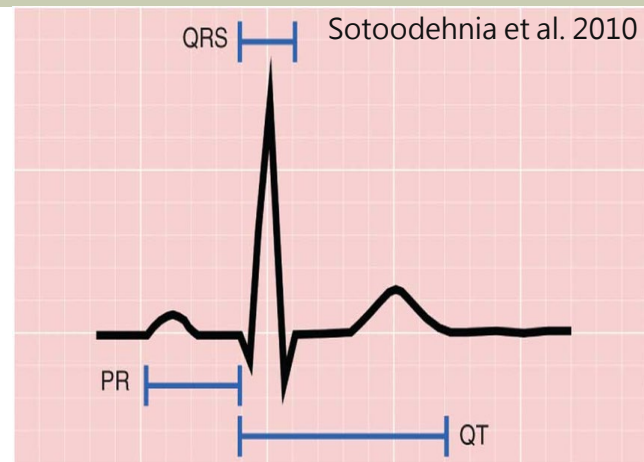
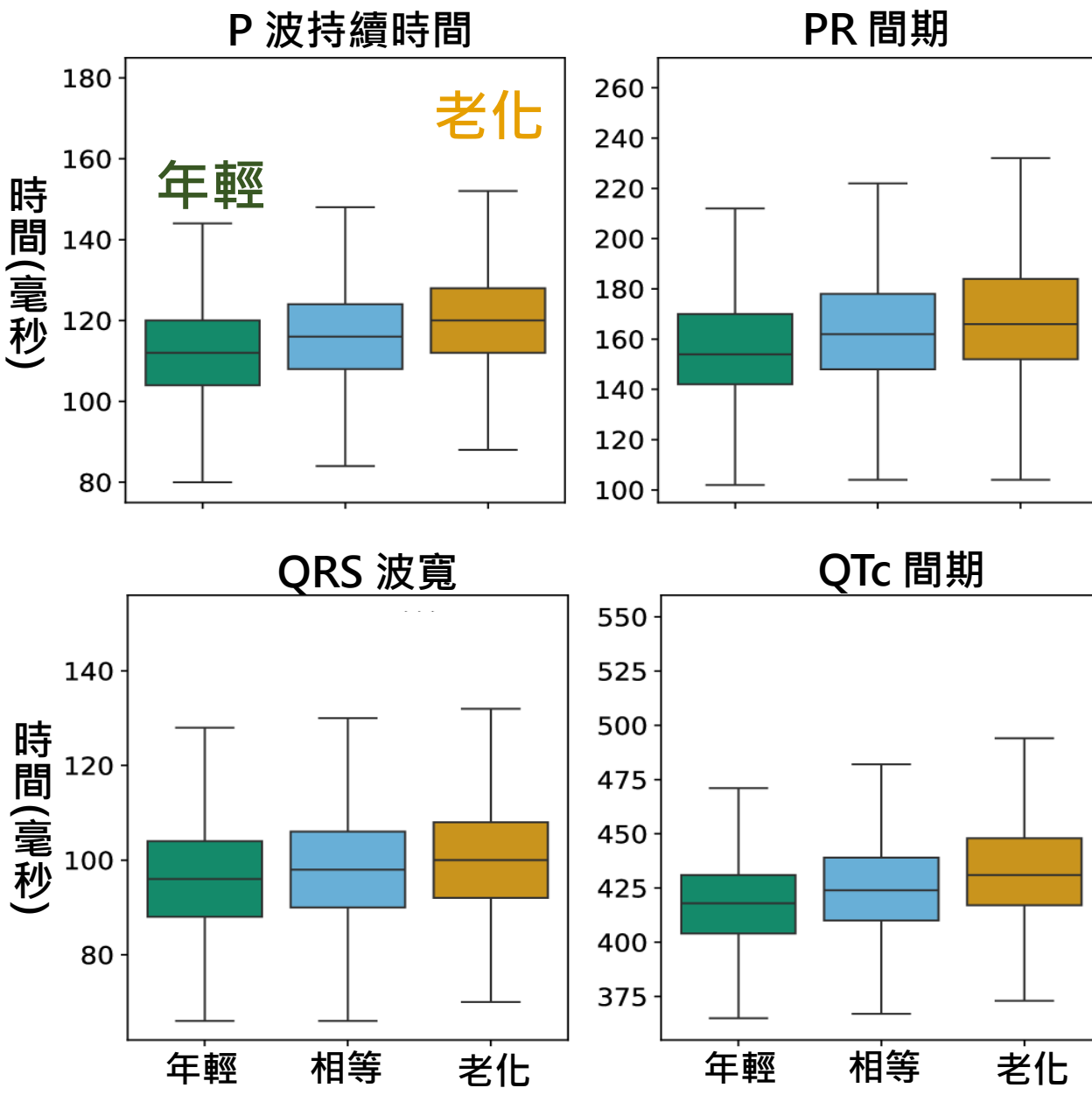
著重於
左側心室的
電氣活動



- R 波區段正相關，反映左心室結構或傳導老化
- T 波正相關明顯，象徵再極化病理變化
- P 波貢獻低，符合左心室主導導程特性

心臟老化心電圖時序偵測特徵

Hempel et al., 2025



- AI 判定老化個案
四項EKG傳導時間
參數皆延長
- 對應心房傳導變慢
房室傳導延遲等，
與典型心臟老化電
生理現象相符



林庭瑀
博士



陳秀熙
教授



國立台灣大學



林家妤



許辰陽
醫師



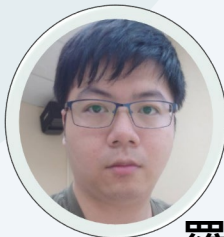
陳虹彦



曾暉哲



劉秋燕



羅崧璋



梅少文 主持人



侯信恩主持人



楊心怡製作人



嚴明芳
教授



陳立昇
教授

台北醫學大學

