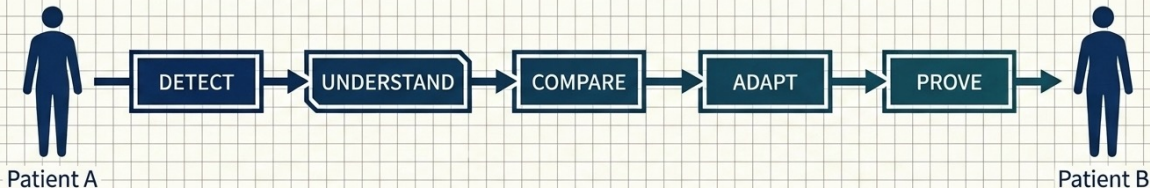


邁向 2026 精準敗血症照護： 超越一體適用的次族群 精準與實施科學

相同的風險。我下一步該做什麼——我如何確定這對這位病患有幫助？



陳冠甫 醫師

長庚大學智慧運算學院人工智慧學系 基隆長庚醫院急診醫學部 密西根大學急診醫學部



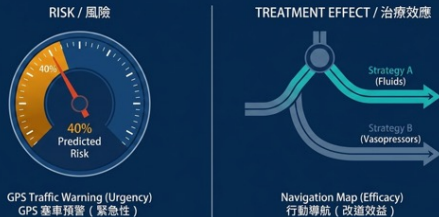
NO CONFLICT OF INTEREST!

(SLIDE經由CHATGPT/
GEMINI/NOTEBOOK生成)

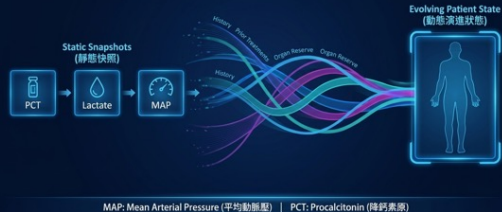
Same initial snapshot, entirely different decision contexts 相同初始快照，截然不同的決策脈絡



"Equal predicted risk does not imply equal treatment benefit" 相同的預測風險 ≠ 相同的治療效益



A biomarker is a snapshot; estimating treatment effect requires an evolving state 生物標記只是快照；估計治療效果需要動態的演進狀態



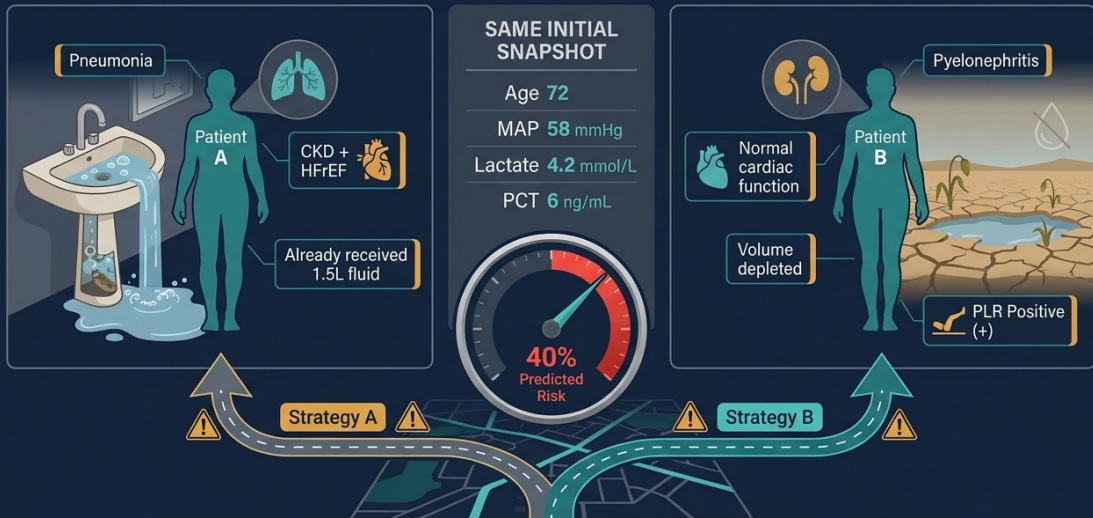
真正的介入措施是「人類與 AI 的協同系統」



回顧性表現 ≠ 實施後的實質效益

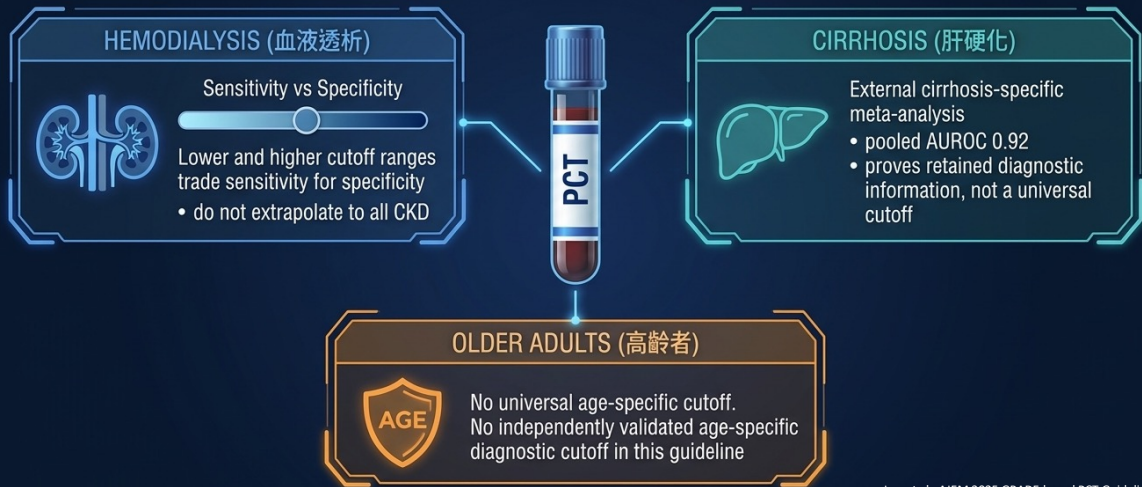
Same initial snapshot, entirely different decision contexts

相同初始快照，截然不同的決策脈絡



The same biomarker value means completely different things in different populations

相同的生物標記數值，在不同族群中的意義截然不同



Lee et al., AJEM 2025 GRADE-based PCT Guideline

Clinical context changes the real-world cost of a diagnostic error

臨床情境改變了過度醫療與診斷錯誤的實質代價

False-Negative Hazard 假陰性危害



Infective
endocarditis



Febrile
neutropenia

False-Positive Hazard 假陽性危害

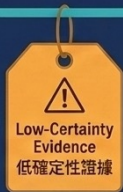


Post-GI surgery

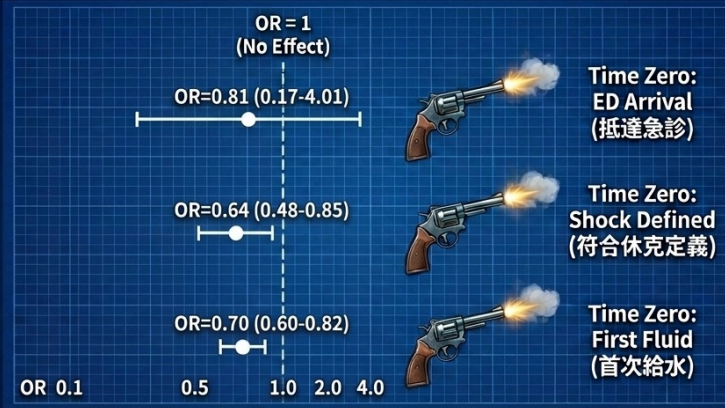
30 mL/kg is a starting line, not the finish line

30 mL/kg 是有條件的起跑點，而非終點

Source (e.g., SSC 2026) 來源出處 (如 SSC 2026)



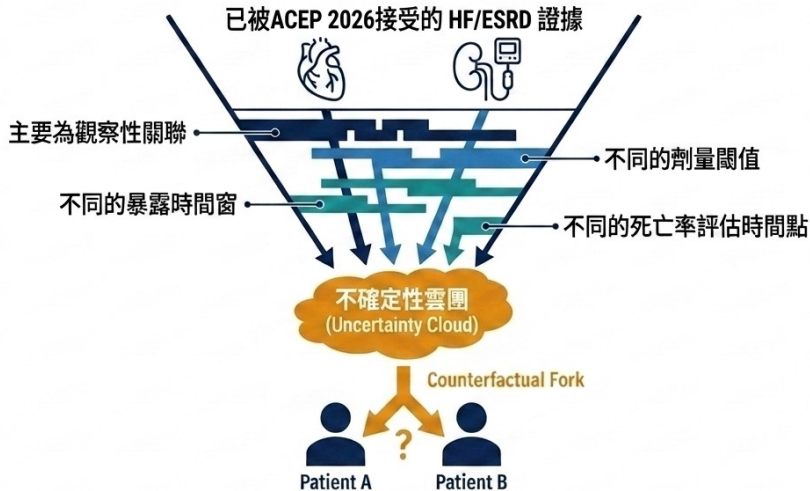
Vasopressor timing estimates wildly fluctuate when 'time zero' changes 當「時間零點」改變，升壓藥的時機效益即成為數學幻覺



The Time Zero Chaos (奧運短跑槍響不同步導致的幻覺)

Source: Ma et al. 2025

定義次族群仍無法找出個體的最佳輸液策略



“Equal predicted risk does not imply equal treatment benefit”

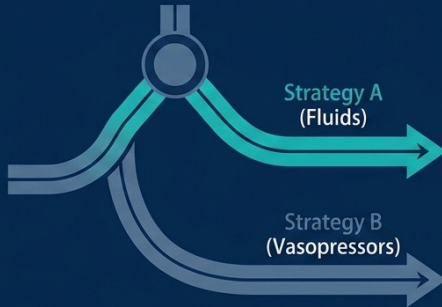
相同的預測風險 ≠ 相同的治療效益

RISK / 風險



GPS Traffic Warning (Urgency)
GPS 塞車預警 (緊急性)

TREATMENT EFFECT / 治療效應



Navigation Map (Efficacy)
行動導航 (改道效益)

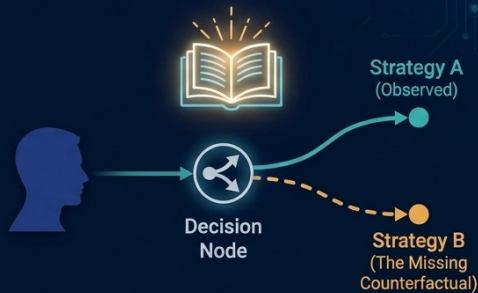
Prediction sees one observed path; causal ML asks about the missing alternatives
預測 vs 因果 ML 預測 vs 因果 ML：失落的反事實才是床邊難題

PREDICTIVE ML



Predictive ML sees one observed path
(Watching a movie)
預測模型觀看已發生的路徑

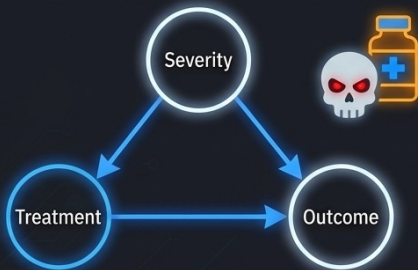
CAUSAL ML



Causal ML asks about the missing alternatives
(Choose your own adventure)
因果 ML 探索失落的反事實

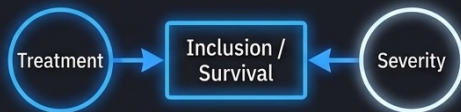
The EHR contains **two entirely different biases** requiring different statistical remedies
EHR 數據中的適應症干擾與碰撞選擇偏誤

Confounding by indication



AI 誤以為猛藥會殺人 (適應症干擾)

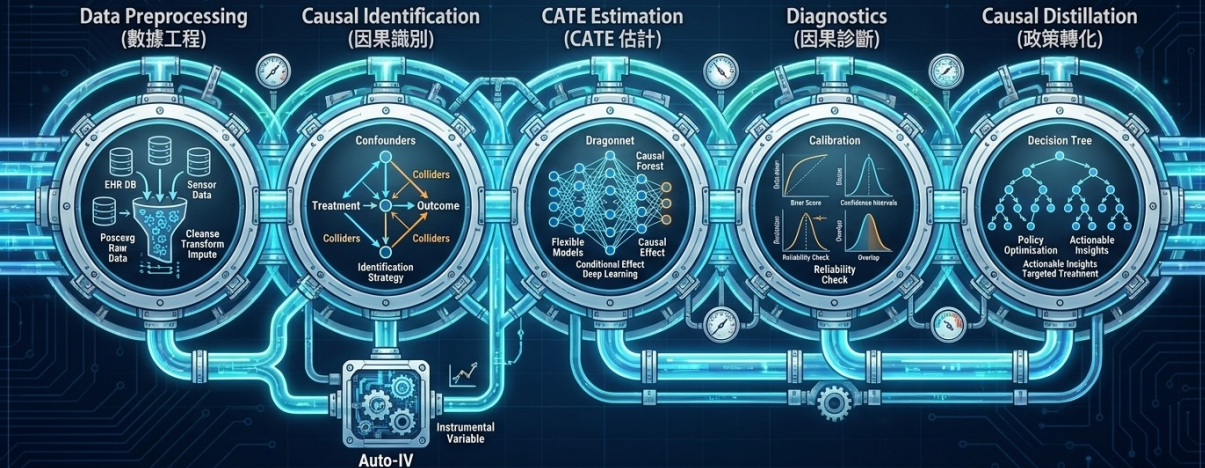
Collider bias



條件選擇導致的假象 (碰撞選擇偏誤)

The Gold Standard Causal Pipeline

(KFC 黃金標準因果 ML 管線五步驟全景圖)

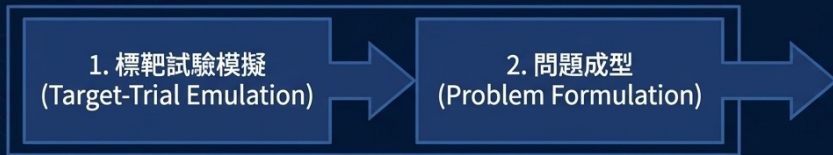


..... Rigorous clinical design precedes flexible estimation (嚴謹臨床設計引導彈性估計)

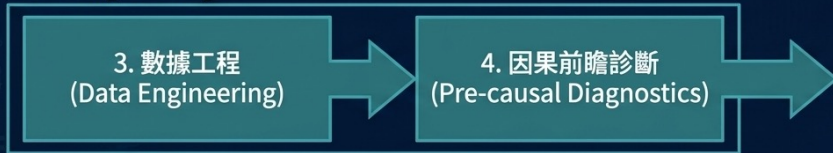
因果管線 (1/2)：嚴謹的臨床設計優先於靈活的演算法

Dual-Track Assembly Line

Clinical Protocol



Data Engineering



5. 識別大門
(IDENTIFICATION
GATE)

在模型進場前，協議必須鎖定 (PROTOCOL LOCK BEFORE MODEL SELECTION)

Target Trial Emulation contract

目標試驗模擬契約五要素



Define the explicit clinical contrast before choosing the algorithm
在選擇演算法前，必須先確立嚴謹的臨床對比契約

因果管線 (2/2)：跨越識別大門後的估計、驗證與萃取



靈活的模型能改善估計的精度，但無法創造因果識別的合法性

State representation generates hypotheses; it does not prove Causal Average Treatment Effects
表徵與表型能產生假說，但這不是因果證明的科學邊界



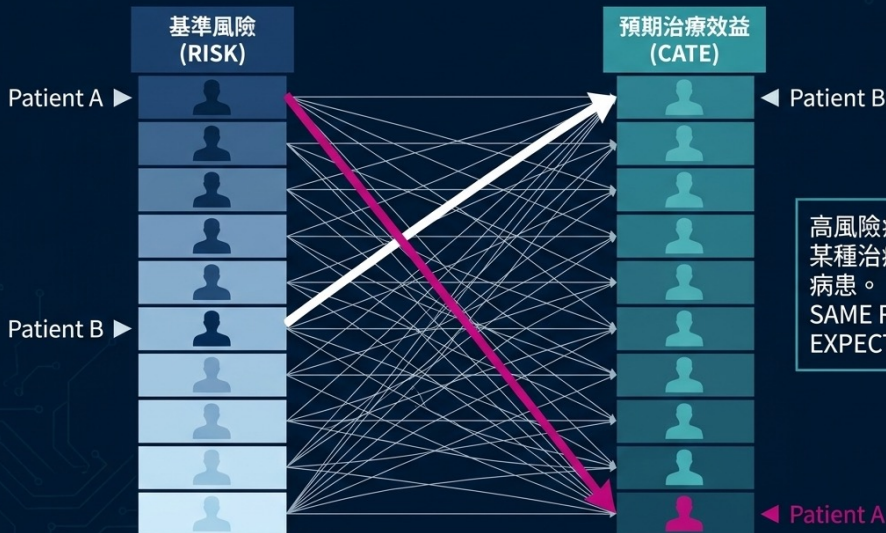
Computed Phenotype Clusters
(臨床假說產生器)



CATE
(Causal Average
Treatment Effect)

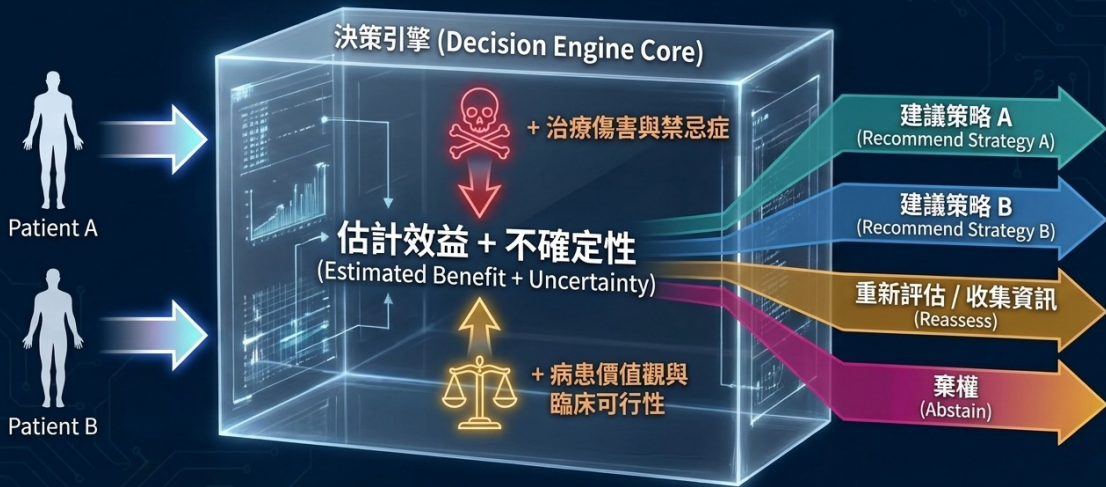
CATE: Conditional Average Treatment Effect (條件均值治療效應)

CATE 的真義：依「預期治療效益」排序，而非「基準風險」



高風險病患不等於能從某種治療中獲益最多的病患。
SAME RISK $\neq$ SAME EXPECTED BENEFIT.

從數學效應到床邊決策：權衡傷害、不確定性與可行性



數學上的治療效應不是醫療指令，僅是前瞻性測試的候選方案

因果實證：CGRD 敗血性休克 Causal ML 實證分析 (Slide 25)

CGRD 實證與 TMLE 估計

N = 2,789 的長庚實戰 Cohort

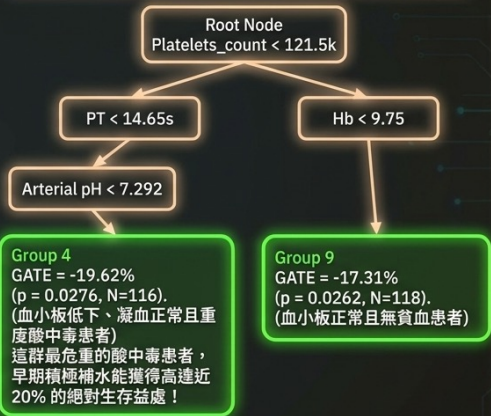
數據集劃分：Train: 1,562, Valid: 390,
Test: 837

Class 2 (早期灌水 ≥ 40 mL/kg + 延遲使用
升壓素) vs. Class 0 (Usual Care)

TMLE ATE = -0.0594 ($p < 0.05$)

因果估計證實此特定復甦路徑能為整體敗血
性休克患者降低達 5.94% 的絕對死亡率！

因果決策樹 (Causal Distillation Tree)

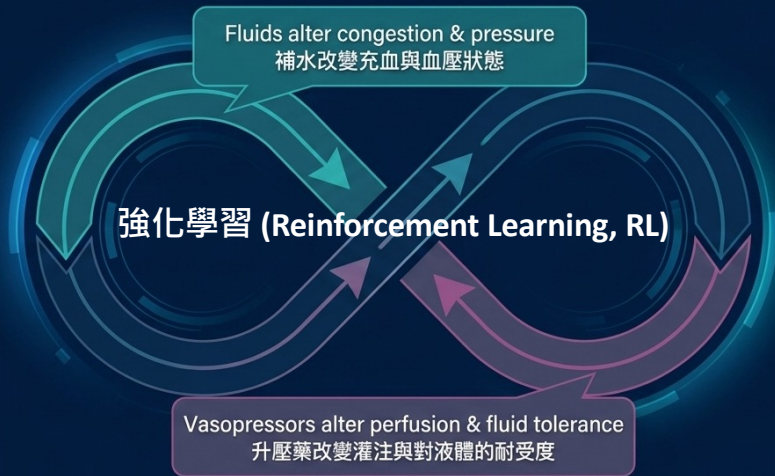


A biomarker is a snapshot; estimating treatment effect requires an evolving state
生物標記只是快照；估計治療效果需要動態的演進狀態

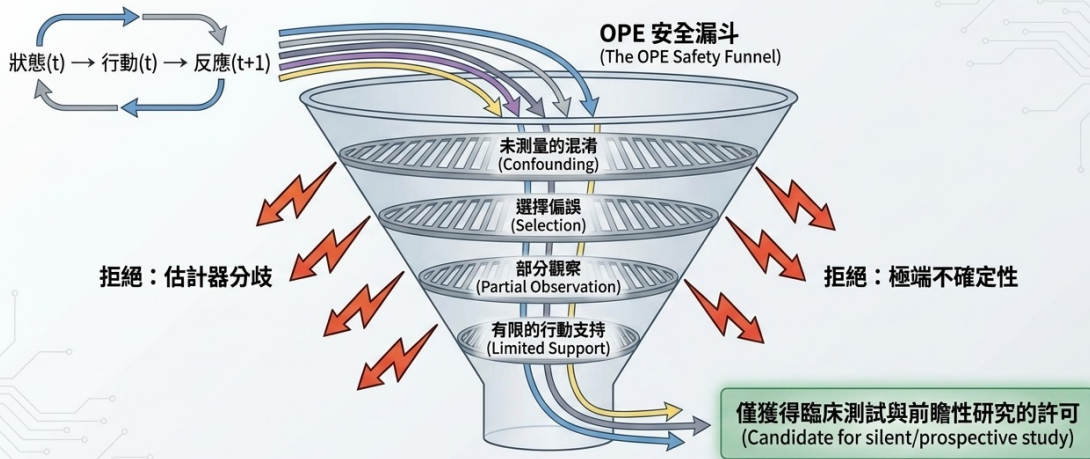


MAP: Mean Arterial Pressure (平均動脈壓) | PCT: Procalcitonin (降鈣素原)

Resuscitation is an endless sequence of interconnected decisions 復甦是一連串交互關聯的動態決策

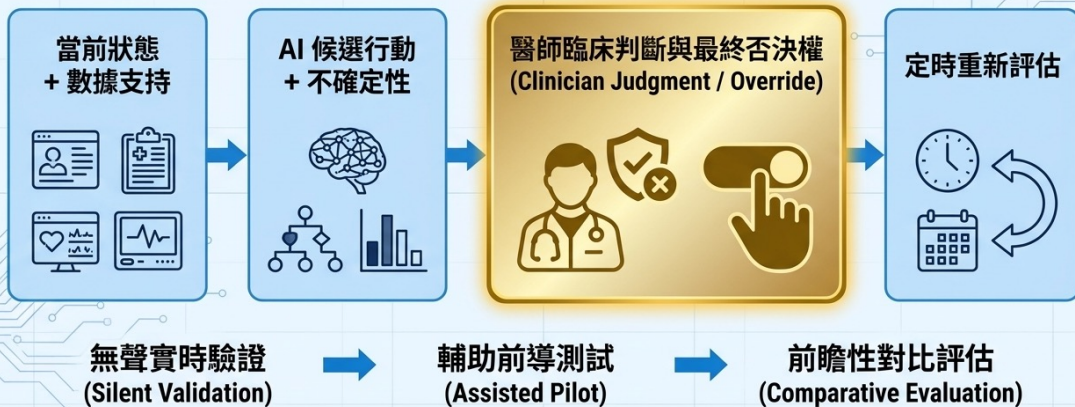


序貫式 AI 策略在接觸病患前，必須在「離線策略評估」安全漏斗中存活



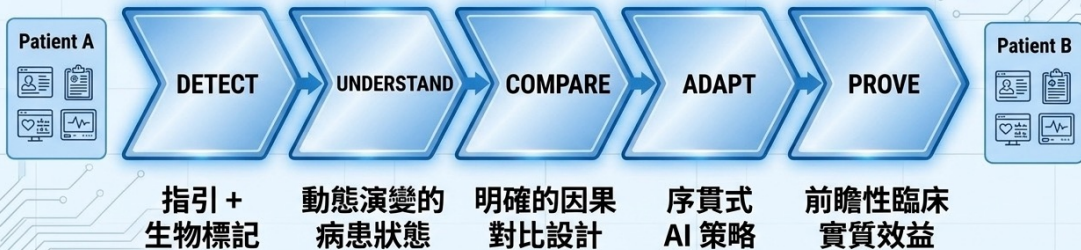
⚠ 在漏斗中存活 = 獲得測試許可，絕不是直接治療的許可

真正的介入措施是「人類與 AI 的協同系統」



回顧性表現 ≠ 實施後的實質效益

精準敗血症 AI 始於預測的終點

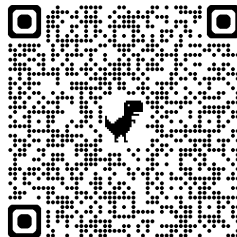


相同的風險，不代表相同的下一步行動。
具備行動力的 AI 也必須知道何時該放手。



Email

Handout



你們得救在乎歸回安息
你們得力在乎平靜安穩

kfchen@cgmh.org.tw