

健康智慧生活圈線上直播

國際及台灣健康科學週新知

專題: 個人化精準運動健康

陳秀熙 教授

2026-05-20

20週

資訊連結:



<https://www.realscience.top>

陳秀熙教授、陳立昇教授、嚴明芳教授、許辰陽醫師
林庭瑀博士、劉秋燕、林家妤、董家維、陳虹玟、林詩璇、簡瑞伶、邱士紘

健康智慧生活圈



<https://www.realscience.top>

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

漢聲廣播

生活掃描健康智慧生活圈: <https://reurl.cc/nojdev>

新聞稿連結: <https://www.realscience.top>

本週大綱 05/14-05/20 (W20)

- 健康科學週新知
- 個人化精準運動健康
- AI 驅動新世代體能監測
- 智慧手錶結合 AI 預測長期心肺體能

健康科學新知總覽



傳染病疫情與全球公衛 01

Infectious Disease & Public Health

- WHO 全球健康目標倒退
- 漢他病毒郵輪群聚
- 馬來西亞公園鼠尿病疑雲
- 馬約特島爆瘧疾疫情
- 國內類鼻疽疫情升溫
- 蝙蝠冠狀病毒跨物種感染
- NeuroSense 腦脊髓液監測



癌症藥物開發新策略 02

Cancer Drug Development

- 合成增強子精準殺癌
- 奈米粒子精準送藥
- 口服胜肽藥可量產化



癌症免疫治療臨床轉譯 03

Cancer Immunotherapy & Translation

- 乳癌免疫治療血液生物標記
- 多重免疫突破大腸癌抗藥性
- 心跳動能：物理抗癌屏障



細胞與基因前沿機制 04

Cell & Gene Frontier

- 破解基因調控密碼：非編碼基因組現形
- MitoCatch 提升粒線體移植
- 粒線體變形記：細胞器新生與生命演化密碼

全球健康進展面臨倒退風險

全球健康有進步，但整體仍落後目標



- WHO指出，全球健康進展不均且正在放慢。
- 世界仍未走上 2030 健康目標軌道。
- 2010–2024 年新發 HIV 感染下降 40%。

主要風險與健康系統壓力仍在升高

- 自 2015 年以來，瘧疾發生率上升 8.5%。
- UHC 覆蓋進步有限，兒童疫苗仍低於目標。
- 2022 年有四分之一人口面臨醫療支出困難。

WHO呼籲強化健康系統與資料能力

- 許多國家仍缺乏高品質死亡資料。
- 到 2025 年底，僅 18% 國家可及時通報死亡資料。
- WHO呼籲強化健康系統與資料能力。

弱勢族群負擔較重

- 育齡婦女貧血率為 30.7%。
- 2024 年五歲以下兒童過重率為 5.5。
- 全球每4名女性就有1人遭受暴力。



漢他病毒 (Andes型) 郵輪群聚感染事件

WHO, 2026

最新病例

- 總計 11例 (8確診 + 2可能 + 1不確定)
- 3例死亡 (CFR 27%)
- 全部確診為 Andes virus (ANDV)

最新進展

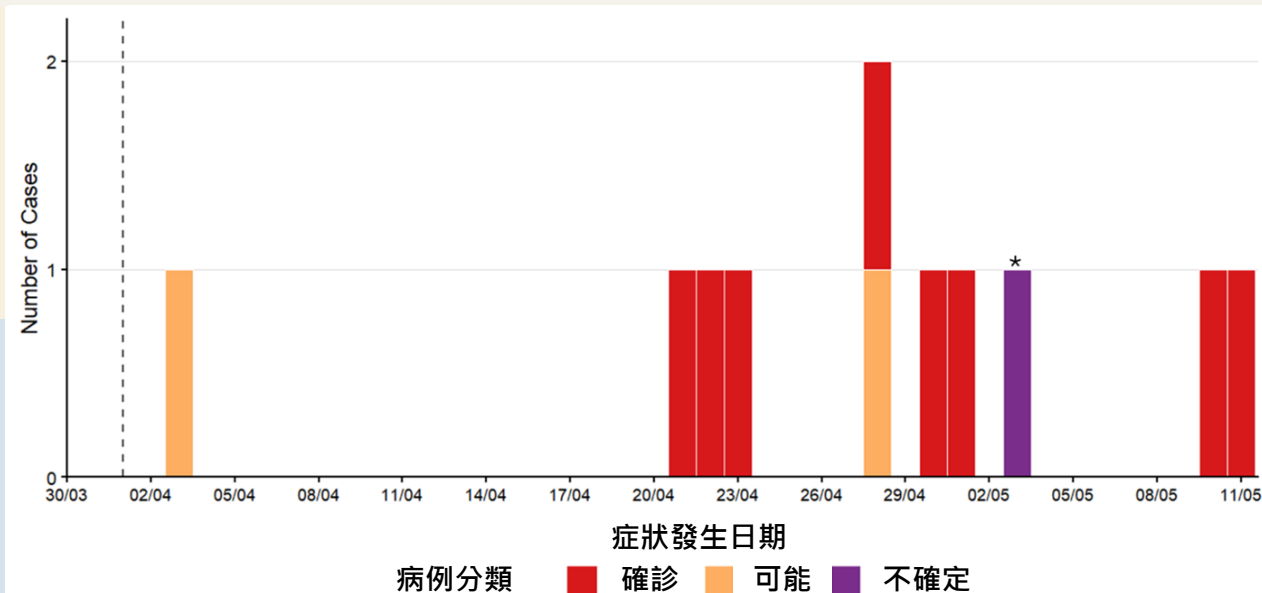
- 船隻已於5月10-11日抵達Canary Islands (西班牙)
- 大部分乘客已下船並專機遣返各國隔離監測
- 新增病例：法國1確診、西班牙1確診、美國1不確定
- 基因定序顯示：病例病毒高度相似 (僅1 SNP差異) ，支持船上人傳人

WHO風險評估

- 船上暴露者：中等風險
- 全球風險：低
- 無社區廣泛傳播證據

應對措施

- WHO協調多國遣返與接觸者追蹤
- 監測期至暴露後8週



* Date of sampling

Data source: WHO | Generated: 2026-05-12

馬來西亞公園傳鼠尿病疑雲

事件現況

- **Ulu Bendul Forest Eco Park 暫時關閉至 5 月 24 日**
- 衛生單位通報 2 起疑似鉤端螺旋體病病例
- 社群曾流傳遊客戲水後出現嘔吐、腹瀉



風險來源

- 疾病俗稱「鼠尿病」，多與受感染動物尿液有關，**鼠類是常見傳播來源之一**
- 若**動物尿液污染河水**、潮濕土壤或周邊環境，遊客接觸後可能增加感染風險
- 病菌可能經由皮膚傷口，或眼、鼻、口等黏膜進入人體，因此**戲水、泡水、接觸河水**都需提高警覺

官方應變

- **風險控管**：管制河域與戲水區，降低民眾接觸受污染水源的可能
- **環境清消**：進行消毒、清潔與水質監測，確認水域安全
- **民眾提醒**：已預訂住宿或露營者，應避開河流與戲水區
- **預防擴散**：避免亂丟食物垃圾，降低鼠類聚集與感染風險



馬約特島爆瘧疾疫情 消除計畫受挑戰

疫情現況

- 鄰近國家葛摩聯盟瘧疾持續傳播，造成區域性病原體輸入壓力
- 2026 年截至 5 月 12 日累計 **156 例** 確診
- 第 18 週新增 32 例，其中 Chirongui 地區佔 20 例



疾病特性

- 主要病原：以惡性瘧原蟲為主
- 傳染媒介：瘧蚊主要透過帶原**蚊蟲叮咬**傳播
- 常見症狀：畏寒、全身劇烈顫抖、發燒及身體虛弱
- 傳播風險：熱帶氣候有利蚊蟲滋生



聚集性疫情監測

一、群聚風險：Chirongui 地區 20 例確診中有 **17 例** 疑似為本土感染，顯示當地可能已建立**傳播循環**

二、消除計畫受挫：自 2014 年啟動消除策略，2020 年後曾無本土病例，此次疫情對逾**十年努力**構成威脅

防疫重點與後續

1. 整頓防護：鼓勵民眾使用**蚊帳、避蚊劑**以防止叮咬；清除病媒蚊滋生源，減少蚊蟲棲息地
2. 醫療處置：強化病例監測，確保**青蒿素聯合療法**能夠穩定供應與治療
3. 邊境協作：需與鄰國進行跨國監測，應對持續存在輸入性風險

國內類鼻疽疫情升溫 確診數創五年同期新高

疾病資訊

- 病原菌存在於受污染土壤、水池及積水中
- 除了接觸傳播外，尚可能經由食入受污染水或吸入性感染
- 糖尿病、肺、肝、腎病、癌症或免疫功能受損者，感染後重症機率較高

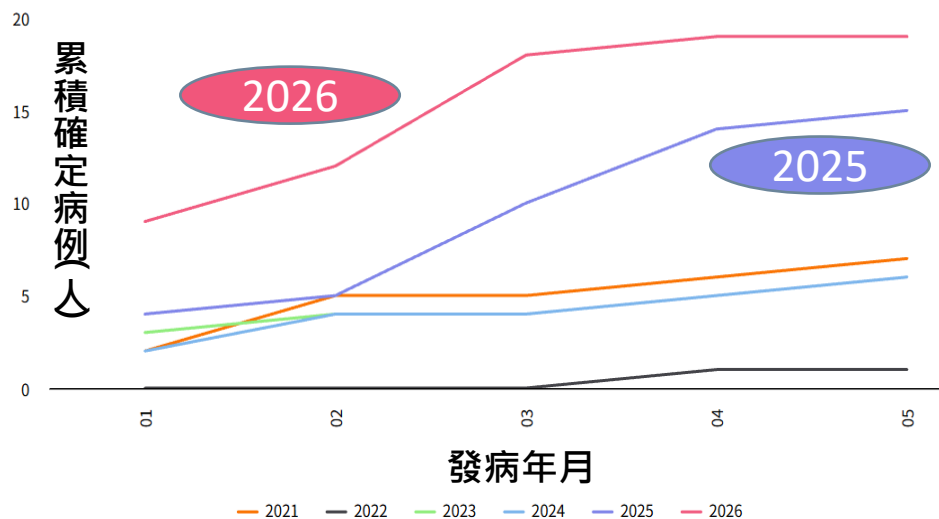
疫情趨勢

- 2026 年截至目前累計 19 例本土病例，高於 2022 至 2025 年同期
- 65 歲以上及 50-64 歲為主要感染年齡層
- 50 多歲具糖尿病史男性，因腰腹痛、發燒、疲憊就醫，經檢驗有脾臟膿瘍情形

風險與防治知識

- 清理環境應佩戴口罩、防水手套及長筒雨鞋，脫下裝備後務必清洗雙手
- 飲用水應澈底煮沸，清洗食材應使用自來水；出現不明發燒應儘速就醫並告知接觸史

全國類鼻疽本土病例及境外移入病例
累積確定病例同期比較趨勢圖

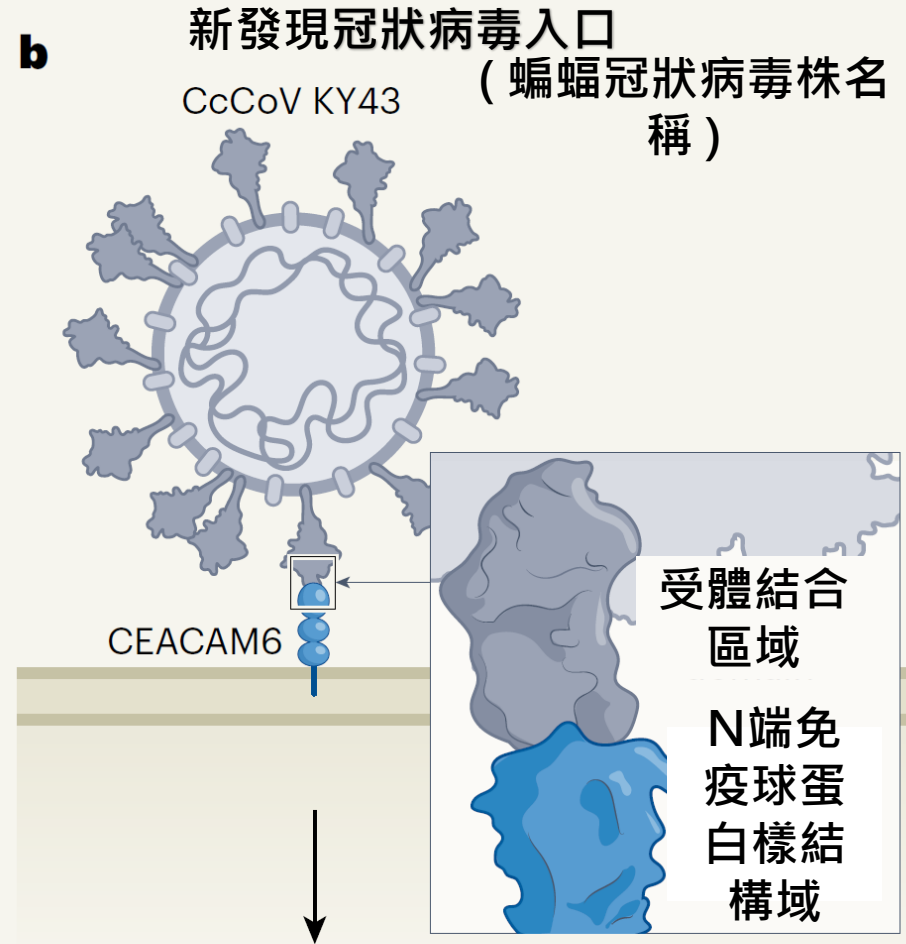
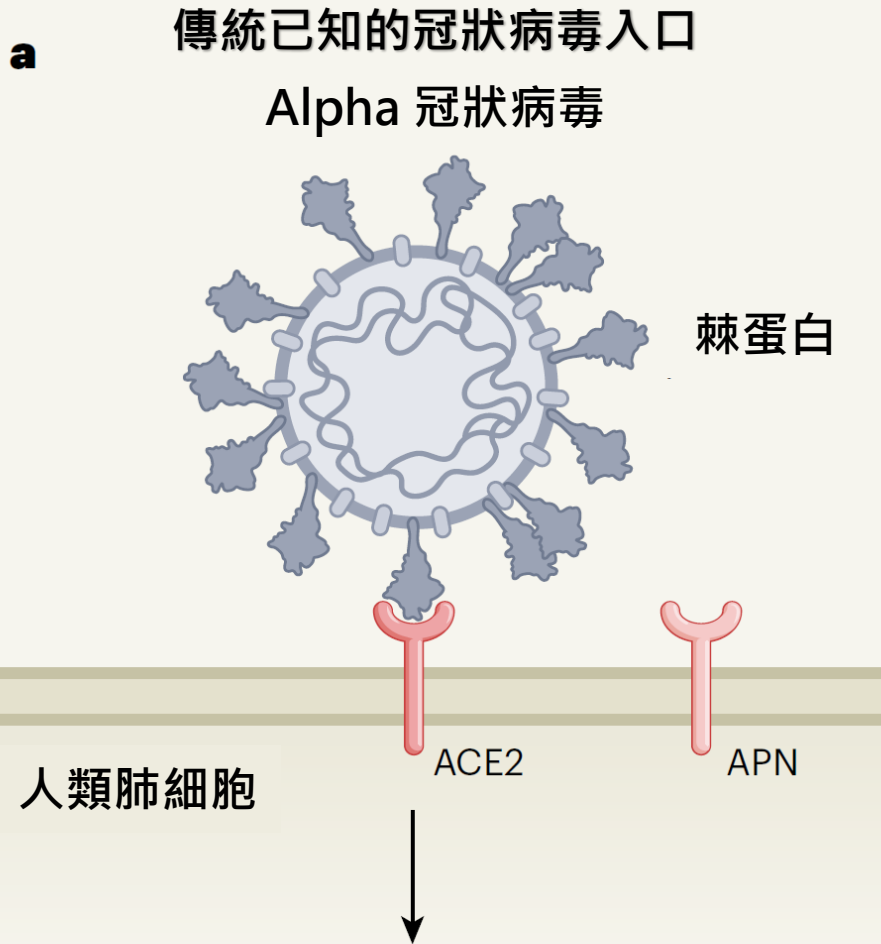


冠狀病毒如何進入人類細胞

動物病毒跨物種感染人類的風險

Huan Yan, *Nature*, 2026

- 過去認為 alphacoronavirus 主要靠 ACE2/APN 進入人體
- 蝙蝠冠狀病毒可能透過新的細胞受體進入人體肺細胞，表示具有潛在跨物種感染能力。



NeuroSense：近即時腦脊髓液監測平台

Inside Precision Medicine, 2026

研究背景

- 神經加護病房常使用腦室外引流系統（EVD）排出腦脊髓液、監測顱內壓
- EVD 相關感染風險高，感染率可達約 20%
- 目前檢測需將樣本送外部實驗室，通常每 1-2 天才能檢測一次，可能延誤感染或併發症判斷

研究方法

- 研究團隊開發 NeuroSense 多重感測平台，可整合至標準 EVD 系統。
- 每約 27 分鐘提供一次近即時監測結果。
- 可同步監測 4 項關鍵指標：
 - Glucose：感染相關指標
 - Lactate：感染相關指標
 - pH：反映酸中毒、出血、感染或血腦屏障異常
 - CSF flow rate：監測引流管阻塞或設定異常

關鍵發現

- 小規模研究納入 6 位 ICU EVD 病人
- NeuroSense 每 4 小時與標準臨床檢測比較，結果顯示與臨床參考值具有良好相關性
- 醫護人員回饋多認為平台容易使用，且能與現有 EVD 系統整合

NeuroSense 透過近床邊、近即時的腦脊髓液多指標監測，有望加速感染與引流異常判斷，改善神經重症照護決策。

健康科學新知總覽



傳染病疫情與全球公衛 01

Infectious Disease & Public Health

- WHO 全球健康目標倒退
- 漢他病毒郵輪群聚
- 馬來西亞公園鼠尿病疑雲
- 馬約特島爆瘧疾疫情
- 國內類鼻疽疫情升溫
- 蝙蝠冠狀病毒跨物種感染
- NeuroSense 腦脊髓液監測



癌症藥物開發新策略 02

Cancer Drug Development

- 合成增強子精準殺癌
- 奈米粒子精準送藥
- 口服胜肽藥可量產化



癌症免疫治療臨床轉譯 03

Cancer Immunotherapy & Translation

- 乳癌免疫治療血液生物標記
- 多重免疫突破大腸癌抗藥性
- 心跳動能：物理抗癌屏障



細胞與基因前沿機制 04

Cell & Gene Frontier

- 破解基因調控密碼：非編碼基因組現形
- MitoCatch 提升粒線體移植
- 粒線體變形記：細胞器新生與生命演化密碼

合成增強子精準殺死癌細胞

Shi Wing Yeung et al., *Nature*, 2026

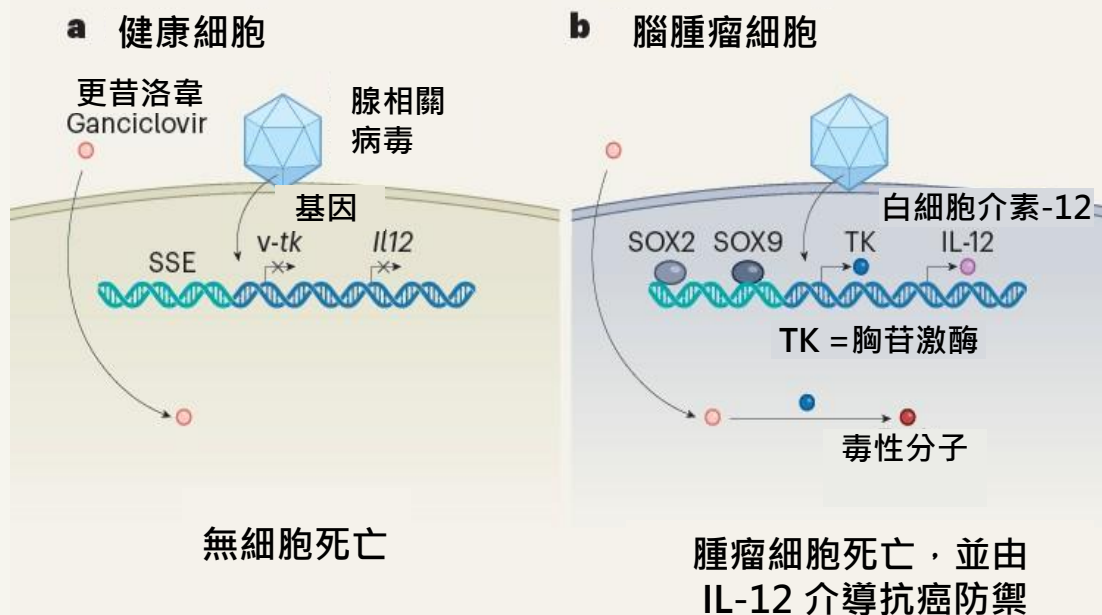
把癌細胞變成自我毀滅目標

- 一種針對**膠質母細胞瘤幹細胞**的選擇性治療策略。
- 先找出這類細胞中的 **super enhancers**，再拼接成 **synthetic super enhancers, SSEs**。

殺癌機制：藥物毒殺加上免疫啟動

- 以**腺相關病毒**將工程化 DNA 載入細胞。
- 利用合成超級增強子 (SSEs)，專一性啟動膠質母細胞瘤幹細胞中的**殺癌程式**。
- 在腫瘤細胞中，**SOX2 / SOX9** 會**驅動 TK 與 IL-12 表現**，使 ganciclovir 轉為毒性分子並啟動**抗腫瘤免疫**。
- 在正常細胞中因缺乏足夠的 SOX2 / SOX9，這套系統不易被活化，因此可**提升治療選擇性**。

- 小鼠腦內腫瘤模型 → 可**清除腫瘤**並**延長存活**。
- 再次植入同類腫瘤細胞後 → 治療過的小鼠仍可抵抗復發，顯示有**免疫記憶**。



奈米粒子精準送藥，提升癌症免疫治療潛力

Rick Liao & Darrell J. Irvine, *Science*, 2026

研究背景

- 干擾素基因刺激蛋白 (Stimulator of Interferon Genes, STING) :
 - 如同人體免疫「警報開關」，可喚起免疫反應，協助攻擊腫瘤
- 癌症投藥難題：
 - 過去藥物若進入全身，可能引發過強發炎與毒性
 - 直接打入腫瘤雖較安全，卻不適合已轉移的癌症

研究方法

- 建立 CRYSTAL 奈米粒子遞送平台：
 - 包裝 STING 活化藥物
 - 形成奈米棒狀結構
 - 經全身投與抵達腫瘤
- 讓免疫刺激集中於腫瘤
- 降低健康器官發炎風險

臨床意義

- CRYSTAL 可能突破 STING 療法「有效但太刺激全身免疫」的限制
- 核心價值：讓免疫攻擊更集中在腫瘤
- 目前主要來自動物研究，仍需人體臨床試驗確認安全性與效果

研究結果

- ① 展現強抗腫瘤效果
 - 小鼠、兔子模型皆有效
 - 較低劑量仍可發揮作用
- ② 提升腫瘤內免疫反應，降低全身毒性風險
- ③ 對大型腫瘤與肺部轉移具治療潛力

從難製造到可量產：口服胜肽藥新進展

Rebecca Buller & Joelle N. Pelletier, *Science*, 2026

研究背景

- 生物製劑多需注射，口服劑型可提升病人便利性與服藥依從性
- 胜肽容易被消化酵素分解，且複雜結構不易合成
- enlicitide 為大環狀胜肽藥物，傳統製程步驟繁多、效率低，不利量產

技術突破

- 分段設計合成路線
將 enlicitide 拆成 Northern、Eastern、Western 三個片段，降低複雜分子的合成難度
- 酵素組裝提升效率
以工程化酵素精準組裝片段，並搭配結晶純化
減少副反應與繁瑣純化步驟

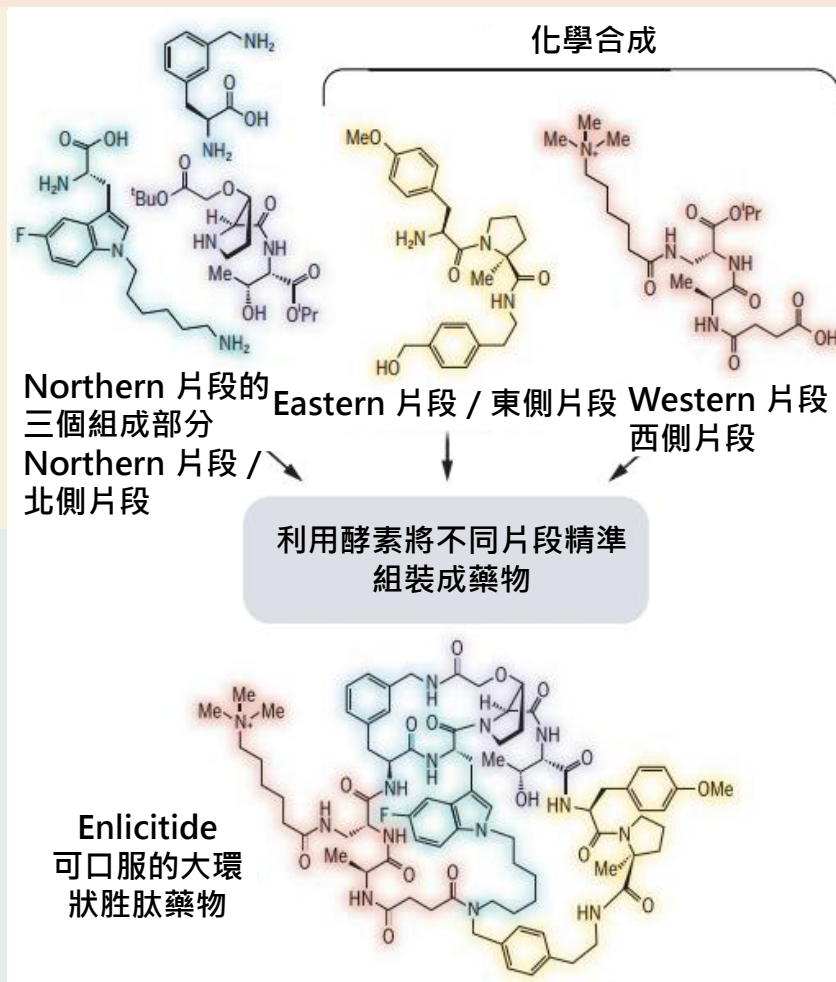
研究結果

① 實現高純度量產

- 公斤級製備
- 純度超過 99%

② 提升產業化潛力

- 讓複雜口服胜肽藥從難製造走向可開發



健康科學新知總覽



傳染病疫情與全球公衛 01

Infectious Disease & Public Health

- WHO 全球健康目標倒退
- 漢他病毒郵輪群聚
- 馬來西亞公園鼠尿病疑雲
- 馬約特島爆瘧疾疫情
- 國內類鼻疽疫情升溫
- 蝙蝠冠狀病毒跨物種感染
- NeuroSense 腦脊髓液監測



癌症藥物開發新策略 02

Cancer Drug Development

- 合成增強子精準殺癌
- 奈米粒子精準送藥
- 口服胜肽藥可量產化



癌症免疫治療臨床轉譯 03

Cancer Immunotherapy & Translation

- 乳癌免疫治療血液生物標記
- 多重免疫突破大腸癌抗藥性
- 心跳動能：物理抗癌屏障



細胞與基因前沿機制 04

Cell & Gene Frontier

- 破解基因調控密碼：非編碼基因組現形
- MitoCatch 提升粒線體移植
- 粒線體變形記：細胞器新生與生命演化密碼

乳癌免疫治療血液生物標記



「血液生物標記 (blood-based biomarker) 」

➤ 可預測病人對乳癌免疫治療的效果

人工著色的乳癌細胞

Sci. Transl. Med, 2026

研究對象

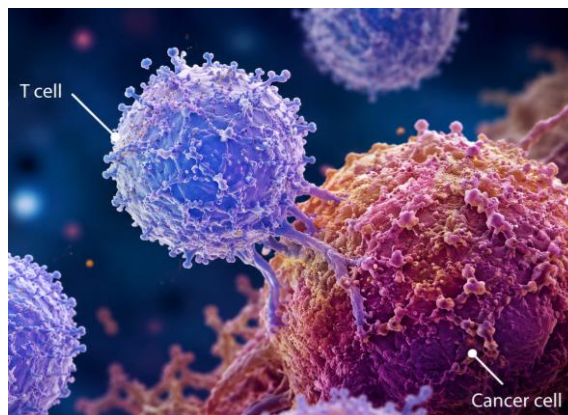


分析了 160 名乳癌患者免疫細胞中的 RNA 序列

研究結果



發現有19個關鍵基因，可預測免疫細胞是否會對治療產生反應



治療開始前，T細胞基因多樣性較高的患者，較可能從免疫治療中獲益



新模型整合基因特徵、T細胞多樣性、乳癌亞型與免疫反應資訊

此生物標記不僅適用於單一療法，也能應用於其他類似免疫治療

多重免疫治療有望突破大腸癌免疫抗藥性

Guillaume Mestrallet et al., *Cell Reports Medicine*, 2026

研究背景

- 大腸癌 (CRC) 為全球第二大癌症死因
- 部分病人可透過免疫治療活化自身免疫系統攻擊癌細胞，但有許多病人治療效果不佳
- 除了免疫細胞功能疲乏外，腫瘤周圍的免疫環境也可能幫助癌細胞躲避免疫攻擊
- 探討 T cell 與髓系細胞的交互作用如何影響大腸癌免疫治療反應，並評估多重免疫標靶治療是否能克服免疫抗藥性

研究結果

① 免疫治療有效腫瘤具有活化免疫環境

PD-1 治療有效的腫瘤中，可觀察到較多巨噬細胞與 CD8 T 細胞 → 兩者協同作用可能有助於抗腫瘤免疫

② 抗藥腫瘤形成免疫抑制環境

抗藥腫瘤中出現 TREM2+ 巨噬細胞與多重免疫檢查點，使 T 細胞難以進入腫瘤核心

③ 多重免疫治療提升腫瘤清除率

合併阻斷 PD-1、LAG3、CTLA4 與 TREM2 後：

- ✓ 錯配修復缺陷型 (MMRd) 大腸癌達到 100% 清除
- ✓ 錯配修復正常型 (MMRp) 大腸癌超過 70% 清除
- ✓ 並可產生免疫記憶

多重免疫檢查點與髓系細胞標靶治療，可能成為未來提升大腸癌免疫治療效果的新方向

心跳動能：人體最強「物理抗癌」屏障

Rachel Fieldhouse, *Nature*, 2026

核心概念

- 癌症可侵襲多數器官，但原發性心臟腫瘤極其罕見，屍檢發生率低於 1%
- 心臟持續跳動產生機械應變 (Mechanical strain)，可能成抑制腫瘤生長天然防線，保護了心臟免受癌症侵襲

研究方法

1. 跨部位移植模型：
 - 將心臟移植到小鼠頸部；該心臟雖有供血但不再跳動，為靜止對照組
2. 多維度對照：
 - 同步向持續跳動「原生心臟」與不跳動「頸部心臟」注入癌細胞，觀察兩週後腫瘤增殖狀況

關鍵發現

1. 跳動頻率顯著抑癌
 - 靜止心臟：在兩週內，癌細胞幾乎完全取代原本健康細胞
 - 跳動心臟：僅 20% 組織受損，顯示機械應變顯著降低癌細胞倍增速度
2. 證實心臟泵血產生物理壓力，是解釋心臟腫瘤罕見最具說服力原因



臨床意義

- 評估是否能將類似心臟之物理力量應用於其他組織，以預防腫瘤生長
- 探討如高血壓等增加心臟壓力病症，是否對癌症具有意外保護效果

健康科學新知總覽



傳染病疫情與全球公衛 01

Infectious Disease & Public Health

- WHO 全球健康目標倒退
- 漢他病毒郵輪群聚
- 馬來西亞公園鼠尿病疑雲
- 馬約特島爆瘧疾疫情
- 國內類鼻疽疫情升溫
- 蝙蝠冠狀病毒跨物種感染
- NeuroSense 腦脊髓液監測



癌症藥物開發新策略 02

Cancer Drug Development

- 合成增強子精準殺癌
- 奈米粒子精準送藥
- 口服胜肽藥可量產化



癌症免疫治療臨床轉譯 03

Cancer Immunotherapy & Translation

- 乳癌免疫治療血液生物標記
- 多重免疫突破大腸癌抗藥性
- 心跳動能：物理抗癌屏障



細胞與基因前沿機制 04

Cell & Gene Frontier

- 破解基因調控密碼：非編碼基因組現形
- MitoCatch 提升粒線體移植
- 粒線體變形記：細胞器新生與生命演化密碼

破解基因調控密碼：非編碼基因組現形

Michael Eisenstein, *Nature*, 2026



研究背景

- 主要問題：
 1. 科學家目前僅了解基因組中 **2% 蛋白質編碼基因**，剩下 **98% 非編碼區域** 仍如同未解異國語言
 2. 每個人類個體約有 **350 萬個變異位點**，其中僅 **0.6% 位於編碼區**，其餘多數位於非編碼區，其功能與疾病影響仍難解讀
 3. 非編碼區包含「**啟動子**」與「**增強子**」，負責掌控基因在何時何地被啟動或關閉

研究方法

- 利用「大規模平行報導分析」同步測量**數百萬**個遺傳元件對基因表現影響，將複雜基因組轉化為可分析系統
- **PARM 等 AI 深度學習模型**可解析海量片段數據，預測基因突變對調控活性影響

研究結果

- ✓ 成功鑑定出與**阿茲海默症、糖尿病、癌症及精神障礙**相關關鍵調控變異，為開發**精準診斷**工具奠定基礎
- ✓ 未來可設計組織特異性基因療法，讓治療只在肝臟、神經元或腫瘤細胞中啟動，**降低副作用**



MitoCatch 提升粒線體移植效率

Samantha J. Krysa & Jonathan R. Brestoff, *Nature*, 2026

研究背景

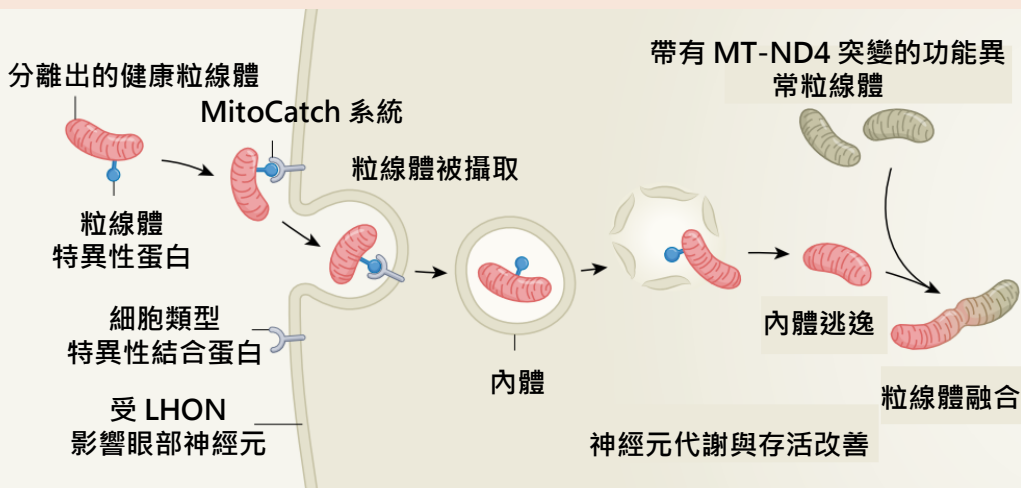
- 粒線體負責細胞能量與功能異常與肥胖、糖尿病、心血管疾病及神經退化等疾病有關
- 粒線體移植具治療潛力，但健康粒線體仍不易有效送達正確細胞
- 本研究聚焦 LHON，評估健康粒線體能否更精準送入受損神經元

研究方法

- 開發 MitoCatch 蛋白質導向系統
- 於 LHON 神經元模型 中觀察：
 - ✓ 粒線體被細胞攝取
 - ✓ 可能發生內體逃逸
 - ✓ 與原有粒線體融合
- 改善神經元代謝功能並提升細胞存活

臨床意義與後續挑戰

- ✓ 提升粒線體移植潛力
 - 克服精準投遞瓶頸
- ✓ 擴展潛在治療範圍
 - 可望用於其他粒線體功能異常疾病
- ✓ 關鍵機制仍待釐清
 - 內體逃逸機制
 - 自然攝取受體
 - 移植效果維持時間



MitoCatch 讓健康粒線體更精準送達受損細胞，提升粒線體移植治療潛力

粒線體變形記：細胞器新生與生命演化密碼

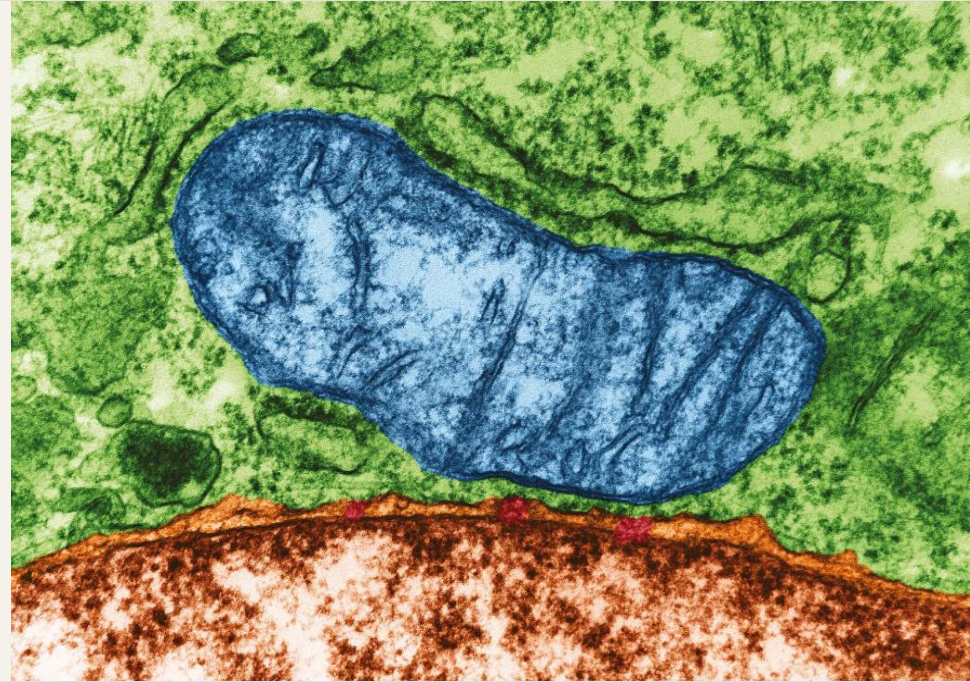
核心概念

Viviane Callier, *Nature*, 2026

- 除了生產能量，線粒體在細胞免疫反應中，扮演監控病原體與協調訊號**關鍵角色**
- 病原體入侵時，線粒體會透過剝落其外膜生成**全新功能性細胞器**，應對感染壓力

研究方法

1. 感染模型建立：
 - 將人類癌症細胞感染弓形蟲，觀察線粒體與病原體動態交互作用
2. 結構追蹤技術：
 - 發現寄生蟲表面蛋白會鎖定線粒體，並誘導其剝落外膜形成 **SPOTs囊泡**
3. 藥物介入驗證：
 - 利用質子幫浦抑制劑阻止SPOTs酸化，觀察其對病原體繁殖能力直接影響



研究解果

- ✓ 新型細胞器確認：
 - 成功鑑定出 **SPOTs 溶酶體** 為全新類別細胞器，是病原體生存與繁殖必要條件
- ✓ 新一代治療策略：
 - 透過藥物干預SPOTs生成或酸化，可有效**抑制寄生蟲生長**，提供感染疾病新靶點

個人化精準 運動健康

破風



最大心率與目標心率



嚴明芳教授



林庭瑤博士



劉秋燕

最大心率是什麼？

1 最大心跳速率



- ➡ 是每個人在運動時的「心跳極限」
- ➡ 會因年齡與個人條件而不同
- ⚠️ 不是越高越好
- ⚠️ 也不是健康好壞指標



2 如何計算？

$$\text{最大心率} = 220 - \text{年齡}$$

- ➡ 每個人數值不同
- ➡ 比固定心率(如130)更精準



3 運動重點觀念

- ❌ 不需要做到極限
- ❌ 不是越激烈越好
- ✅ 重點是「剛剛好」的運動強度



4 什麼是目標心率？



- ➡ 在安全且有效運動下
- ➡ 建議達到的心跳範圍

計算方式：

$$\text{目標心率} = \text{最大心率} \times \text{強度比例}$$



5 運動強度建議



◆ 輕鬆活動：50%



◆ 一般有氧：60-70%



◆ 高強度訓練：80-90%



➡ 依「運動目的」調整

➡ 運動不是拼命
➡ 而是「精準控制強度」
➡ 找到適合自己的心跳區間
才是最有效的運動方式



心率掌握運動強度: 五大區間指南



嚴明芳教授



林庭瑀博士



劉秋燕秘書



如何判斷運動有效?



👉 用『目標心率』檢視運動強度

👉 **最大心率 = 220 - 年齡**

👉 再乘上不同強度比例
即可知道自己運動是否達標



五大心率區解析



Zone 1 |
輕鬆區 (50-60%)

- ✓ 可輕鬆聊天
- ✓ 放鬆、暖身



Zone 2 |
燃脂區 (60-70%)

- ✓ 提升有氧能力
- ✓ 開始燃燒脂肪



Zone 3 |
有氧效率區 (70-80%)

- ✓ 提升心肺耐力
- ✓ 會喘、不易說話



Zone 4 |
無氧區 (80-90%)

- ✓ 提升速度與耐力
- ✓ 運動員訓練區



Zone 5 |
極限區 (90-100%)

- ✓ 全力衝刺
- ✓ 訓練爆發力
- ! 非一般人日常運動



👉 不同心率區 =
不同運動效果

👉 依目標選擇
適合強度

👉 有效運動 =
找對心率區間

穿戴感測結合 AI 預測長期心肺體能



實驗室運動測試

設備門檻高昂

受試者負擔沉重

難以大規模實施



人工智慧推論模組

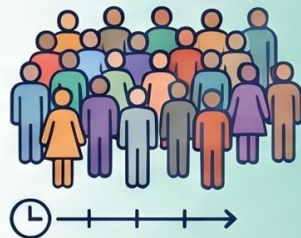
自由生活數據擷取 (Free-living data)

深度神經網絡建構

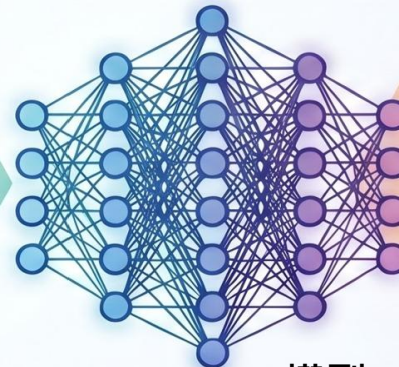
精準估算最大耗氧量 (VO2max)



多維度感測數據輸入



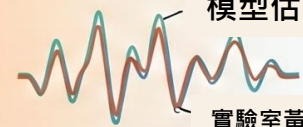
大規模群體驗證



Dense 模型

預測相關 $r=0.82$

模型估算



實驗室黃金標準 (VO2max)

成功偵測長期體能變遷



7年間體能變化方向與幅度 (AUC 達 0.74)

個人化
醫療應用



手術前風險評估



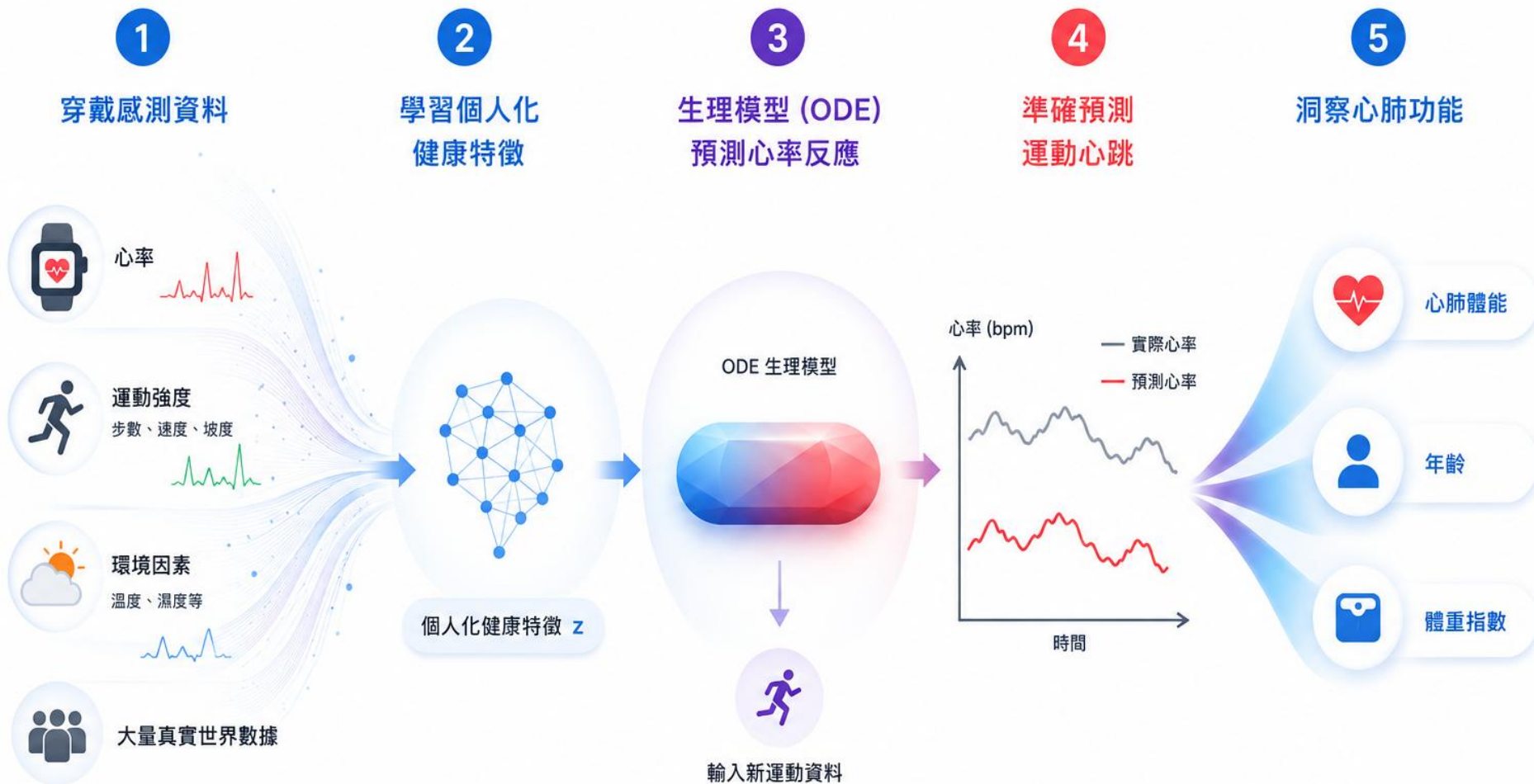
化療耐受度分析



大規模公共衛生監測

穿戴感測結合 AI 預測長期心肺體能

利用 Apple Watch 等穿戴裝置蒐集的日常生理與運動數據，結合 AI 與生理模型，學習個人化健康特徵，以預測未來運動心率反應並評估心肺功能。





AI 驅動新世代體能監測

穿戴感測長期體能研究架構



嚴明芳教授



MRC
Epidemiology
Unit



UNIVERSITY OF
CAMBRIDGE

研究設計



基礎值 (第 1 天)



最大攝氧量
測試



人體測量



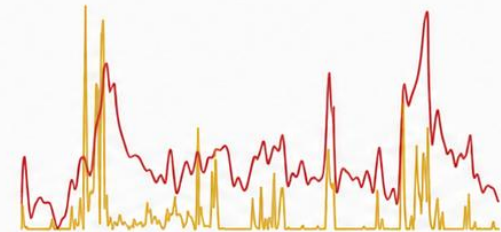
問卷填寫

自由生活階段 (第 1-7 天)

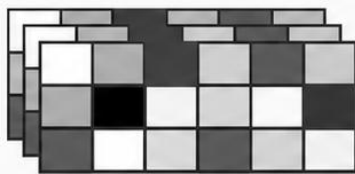
約 6 天



運動與心率數據
來自穿戴裝置



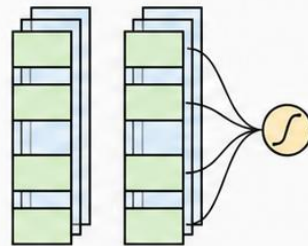
體能建模



特徵資料

時間

受試者



深度神經網路

- 1 精細化當前心肺體能預測
- 2 推估未來 7 年體能變化方向與幅度
- 3 以最大運動測試驗證體能估計準確度



深度神經網絡體能預測架構



嚴明芳教授

輸入端

架構

輸出端



人體測量值



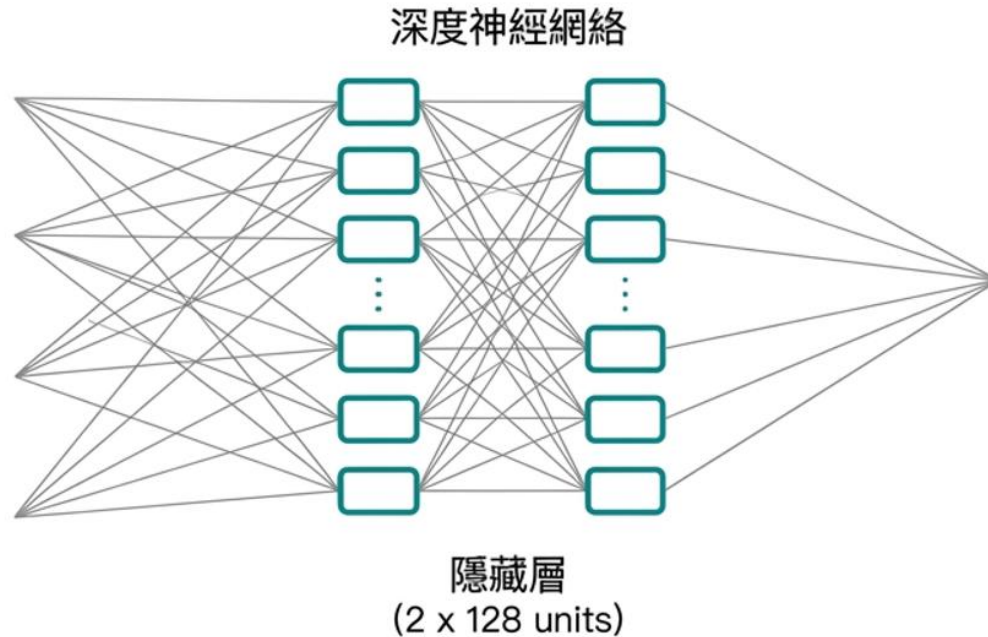
靜息心率



感測器特徵
(Acceleration/HR/MVPA)



一週自由活動數據



VO2max估計值

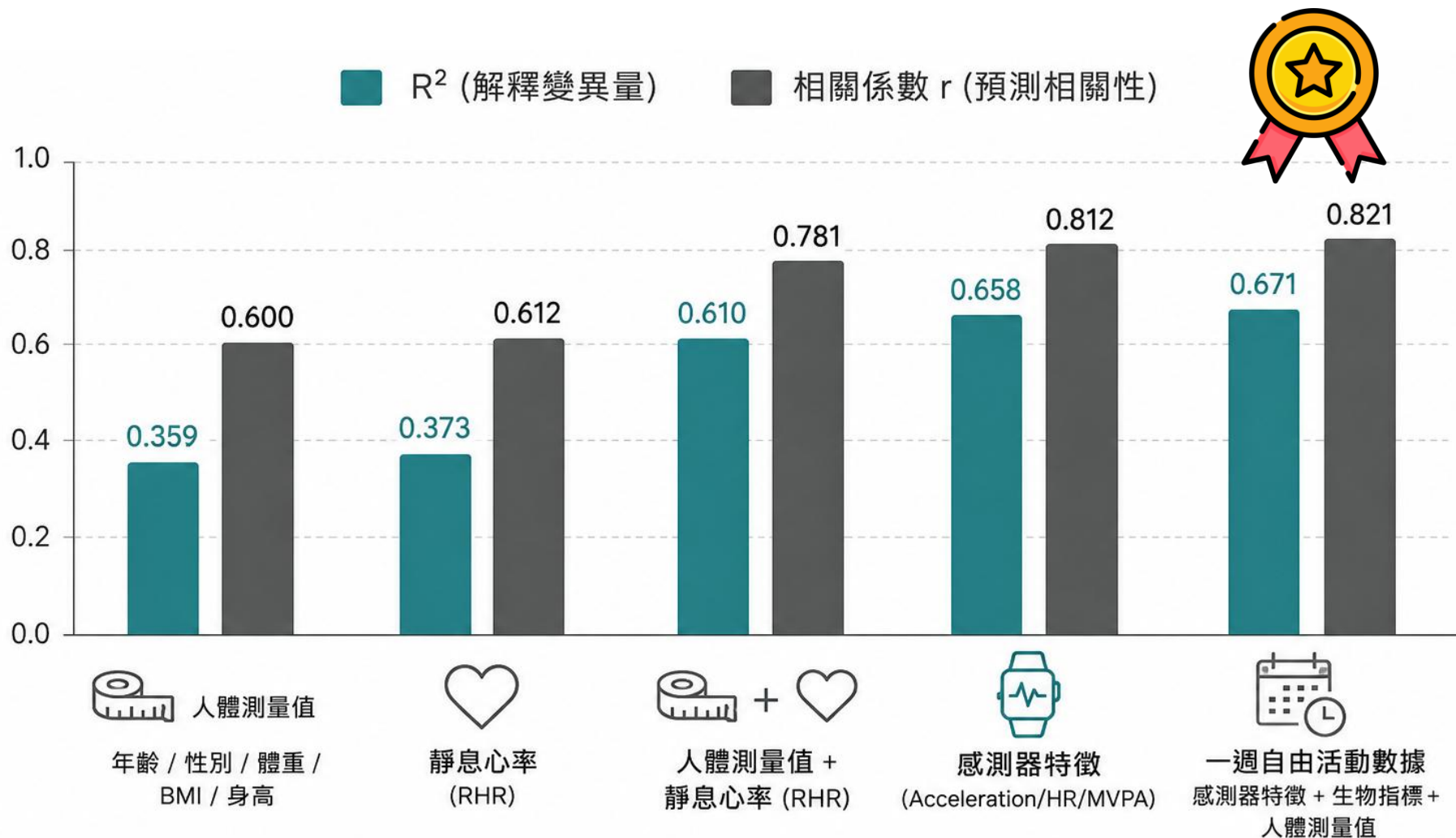
多層前饋非線性網路
(Dense Neural Network)

- 捕捉複雜共變數互動
- 學習個人化適能特徵
- 表現超越傳統非運動預測公式

AI 模型提升 VO₂max 預測能力



嚴明芳教授



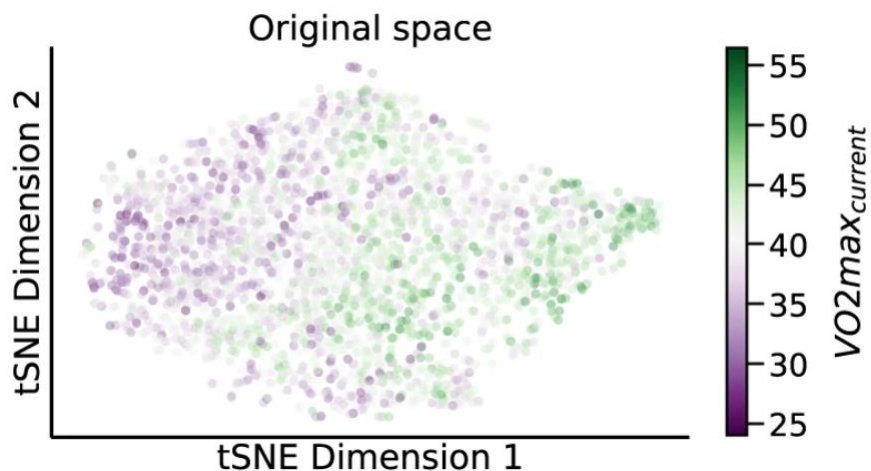
結合感測器、生物指標與自由活動數據後，Dense neural network 達最佳預測表現。

AI 模型學習體能表徵空間



嚴明芳教授

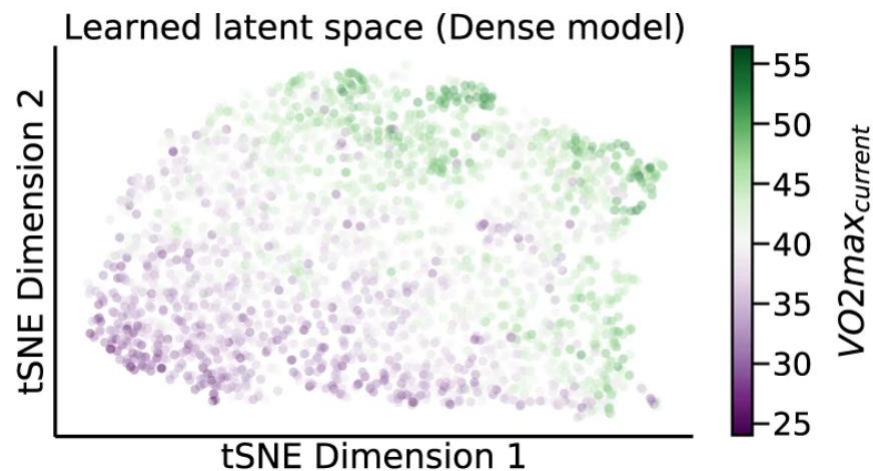
原特徵空間散亂



原始特徵空間

- 使用HR、HRV、acceleration、anthropometrics 等原始變數。
 - 結果有些群聚，但高 VO₂max 與低 VO₂max 混在一起，分界不清楚
- 表示原始資料本身不容易直接分群。

神經網絡潛在空間有序排列
自動辨識健康輪廓
VO₂max由低至高漸層分布



AI latent space

- 高體能與低體能呈現連續梯度
- 相似體能者自然聚集
- 群聚結構變得更清楚

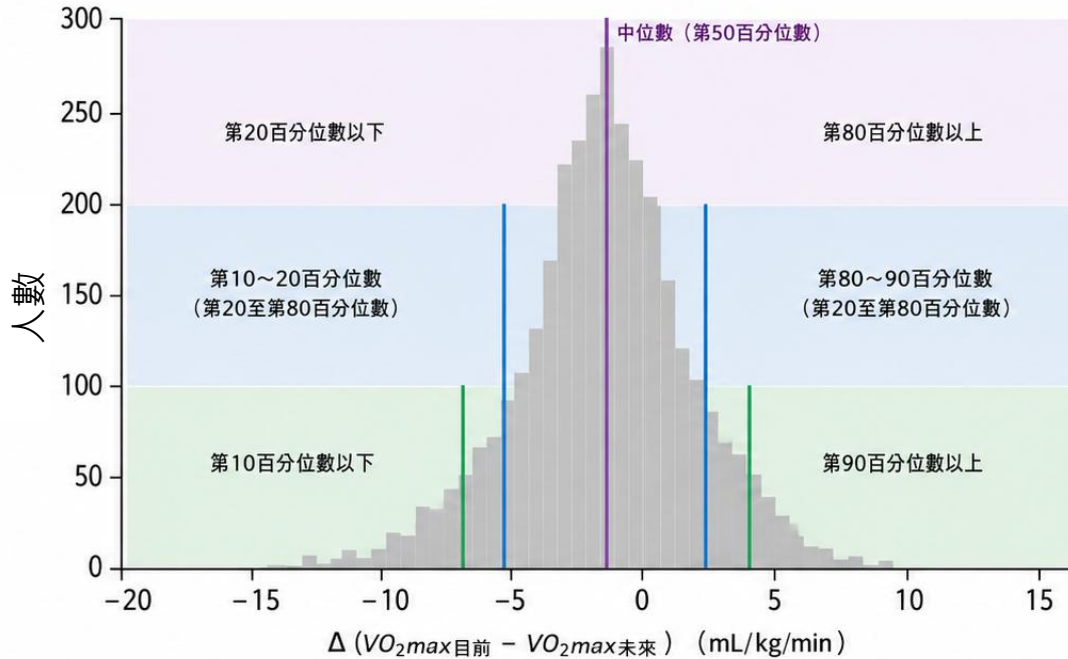
表示AI 已學到與體能相關重要生理模式。

AI 預測長期 VO_2max 變化



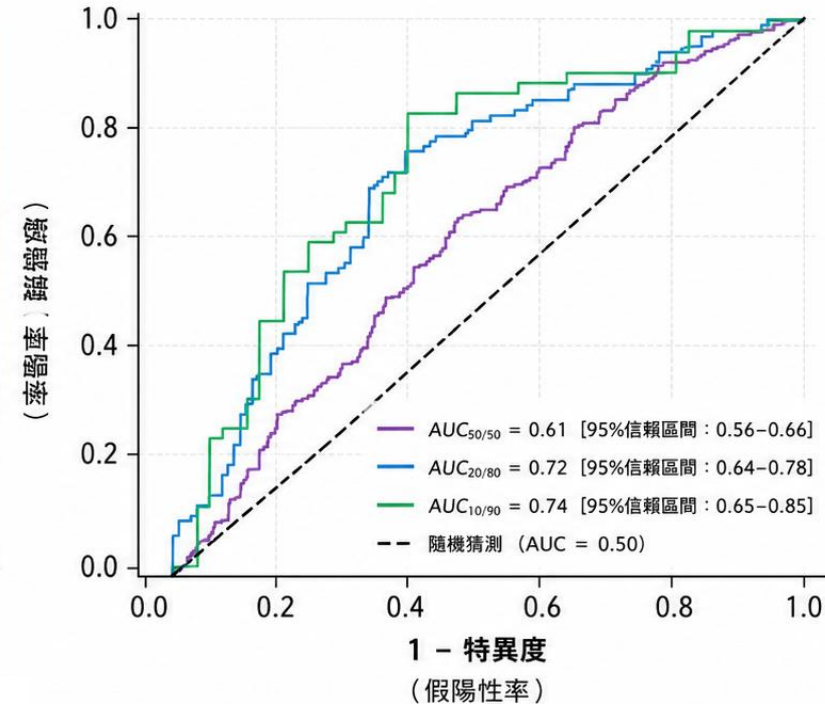
嚴明芳教授

未來與目前 VO_2max 差值分布 (未來 - 目前)



(正值表示未來下降，負值表示未來上升)

模型預測未來 VO_2max 變化的 ROC 曲線



模型可有效辨識未來 VO_2max 變化方向與幅度，尤其在極端體能變化族群表現最佳。



智慧手錶結合 AI 預測長期心肺體能

智慧手錶結合 AI 預測長期心肺體能



林庭瑀

1



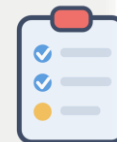
心臟努力程度

2



心臟恢復速度

3



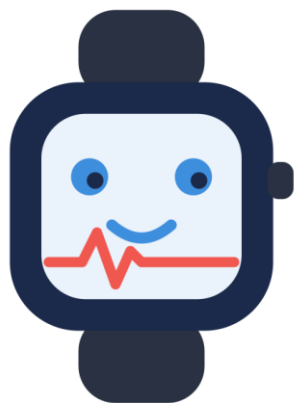
過去靠醫院檢查



傳統生理模型：精準但受限



現代穿戴裝置：海量但雜亂



85,653 位參與者 /
970 萬次運動紀錄

(來自 Apple Heart and
Movement Study)

嚴格資料
清洗與過濾

Cardio Red



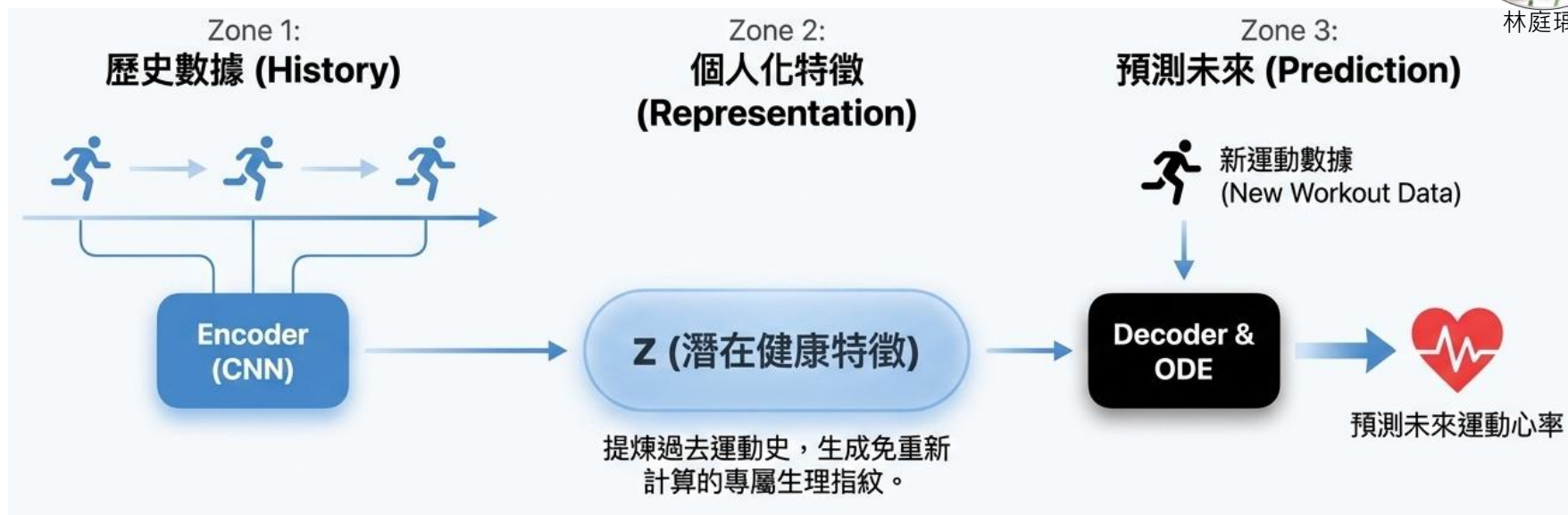
7,465 位使用者 /
270,707 次戶外跑步

(每筆長達 15-120 分鐘)

智慧手錶如何讀出你的健康指標



林庭瑀



1

蒐集運動紀錄

手錶記下每次跑步的速度、步數、爬坡與當天天氣。

2

讀出身體狀態

電腦從你過去的運動表現,歸納出專屬你的「健康摘要」。

3

套入身體原理

再結合運動生理學的科學公式,描述心跳如何隨強度變化。

4

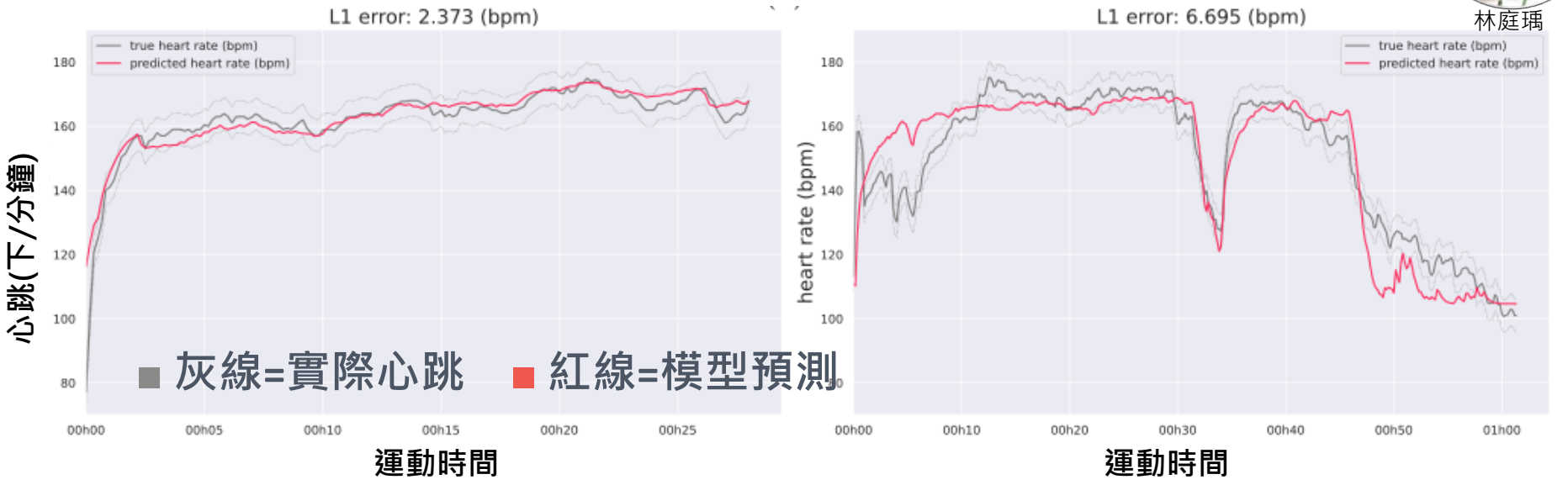
預測未來心跳

對一場全新的運動,事先算出整段心跳曲線。

準確預測運動心跳

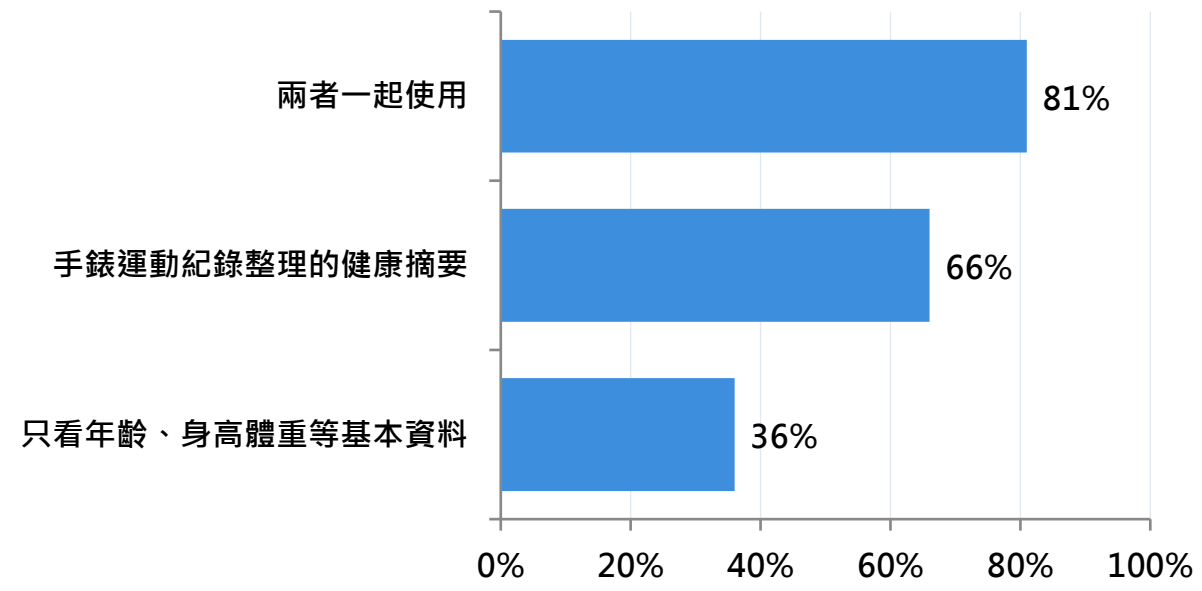


林庭瑀



約 6 下/分鐘
預測與實際心跳的典型誤差

最長 2 小時
可預測整場運動的心跳



心肺功能好壞潛在特徵



林庭瑀



VO2 max (最大攝氧量)

解碼心肺健康：解釋了 81% 的變異數
(誤差僅 ± 2.16 mL/kg/min)。

年齡 (Age)

解釋了 33% 的變異數。

BMI (身體質量指數)

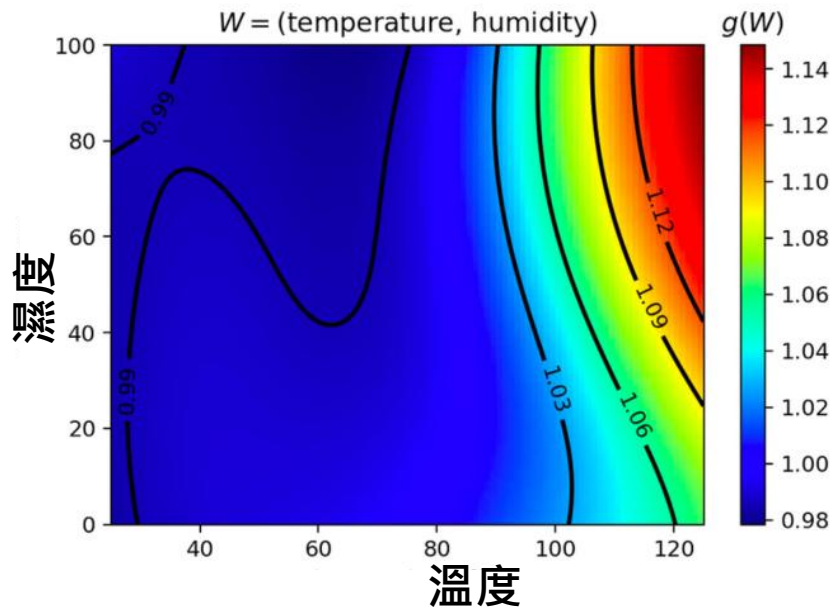
解釋了 16% 的變異數。

氣候與運動心肺功能關係



林庭瑀

同樣運動強度,在又熱又濕的天氣下,身體需要更多氧氣、心臟更費力



高溫高濕下

心臟負擔最多增加約 **10%** ——
在激烈運動下,大約等於每分鐘
多跳 5 到 9 下。

炎熱潮濕時運動,即使速度沒變,心臟也比平常辛苦。建議適度放慢、補充水分,並留意身體發出的不適訊號。

智慧手錶結合 AI 預測長期心肺體能



林庭瑀

A. Nazaret et al., *npj Digital Medicine*, 2023



日常就能掌握

不必進實驗室,日常的跑步紀錄就能持續反映心臟與體能狀況



看見個人差異

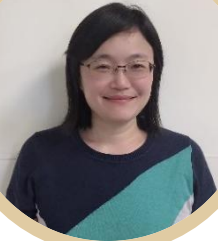
模型會為每個人量身打造,呈現專屬的心臟反應特性



輔助運動規劃

可協助估算運動強度、消耗熱量,讓運動安排更貼近個人需求

健康智慧生活圈



<https://www.realscience.top>