



星球永續健康線上直播

時間旅行與預防醫學 (3)

時間悖論與幹細胞療法

2025 年 8 月 12 日

時間旅行不僅在量子物理積極尋求突破，也啟發再生醫學發展。從祖父悖論、Novikov 自洽原則，到數位分身與仿生技術的應用，時間的流動與逆轉，實現於再生醫學幹細胞療法領域。本週我們將深入探討時間悖論與幹細胞療法，並聚焦於細胞時間旅行在 iPSC 糖尿病治療應用。

星球健康新知

中東地緣衝突局勢僵持，哈瑪斯在近兩年前襲擊以色列後，以色列展開加薩走廊軍事行動引發嚴重人道危機，全球多國對美國-以色列立場表示關切，歐洲國家如英國、法國紛紛呼籲重視加薩局勢，未來和平進程恐受考驗。近期以色列通過佔領加薩地區軍事計畫，加薩以及巴勒斯坦能否走向獨立或併入以色列，成為是國際焦點。東歐地區俄烏戰爭持續，烏克蘭在美國撤出部分北約支持後，寄望北約國家加大援助。荷蘭率先啟動新軍事機制援助烏克蘭，但烏國又爆發無人機採購貪汙案，令局勢雪上加霜。烏方希望透過北約促成和平。東歐與中東地緣衝突局牽動全球穩定。

美國總統川普在第二任期初期對普丁展現善意，包括在聯合國反對譴責俄羅斯，但普丁未予以相同回應，反而深化與金磚國家經貿合作，與美國戰略背道而馳。川普近期祭出關稅壓制俄國，並在談判同時宣佈於俄羅斯附近部署潛艇，展現軟硬兼施策略。俄國官方對此保持低調，未正面回應。國際分析認為俄方專注於經貿生存戰略，而川普同時對中國採取類似威脅與談判並行手法，顯示美中、俄美關係在地緣政治與經貿競爭下持續緊繃。

烏克蘭正處於與俄羅斯持續交戰的第四年，面對軍事壓力與資源劣勢，全國科學體系已全面轉向軍事研發。基輔理工大學（KPU）工程師 Bohdan 與其團隊正研發具抗干擾能力的無人機「Kruk」，顯示即便是在大學地窖中，科技人員也持續貢獻戰場。烏克



蘭國家科學院（NASU）在 Horbulin 領導下，推動以無人機、高精度武器、電子戰為主的研發。Horbulin 早於 2020 年即預見無人機的重要性。戰爭爆發後科研機構與國防單位加強合作簽署合作協議。

南韓新任總統李在明上台後，軍方開始拆除用於反平壤宣傳的邊境擴音器，作為在不影響軍事戰備下緩和緊張並重啟對話的舉措，但北韓領導人金正恩批評此舉並拒絕對話。美國總統川普則因印度自俄羅斯購油威脅提高關稅，指其漠視烏克蘭戰爭傷亡。印度反駁此說法，並指出早期進口俄國能源為受美方政策引導所致。亞太方面澳洲則宣布以百億澳元與日本三菱重工簽署建造新型巡防艦合約，創下雙邊史上最大國防合作並成為日本二戰後最重要的防衛出口之一。中亞地區伊朗地緣與經濟雙重衝擊下通貨膨脹嚴重，國會近期通過推行已久的貨幣改革政策，計劃將 1 新 rial 等同於舊 10,000 rial 以簡化交易並減少大額紙鈔流通，但專家認為此舉無助於解決高通膨與結構性經濟問題。從各國情勢、戰爭及作出應對可看出川普政府對亞太地區的深遠影響，地緣政治及經濟體系秩序面臨嚴重挑戰。

國防新創公司 Anduril 投入智慧無人機研發生以及人工智慧公司 Palantir，核心產品涵蓋 Gotham(軍事與情報分析)、Foundry(企業資料平台)與 AI Platform(AIP)。今年第二季，Palanti 營收突破 10 億美元創新高，受益於川普政府 MAGA 大而美法案釋出近 3000 億美元國防與邊境科技預算，推動其在軍事、國安與商業領域的應用。共同創辦人 Peter Thiel 旗下 Palantir 與 Anduril 均為主要受益者。然而，Palantir 參與邊境監控與預測警務引發監控濫用、演算法歧視及公民自由受損的爭議，凸顯 AI 時代科技治理的制度與倫理挑戰。

美國前總統川普稱台積電 TSMC 將在亞利桑那投資 3000 億美元建廠，外界推測與美方對等的貿易重塑有關。台積電疑似前員工在職期間試圖取得 2 奈米製程機密，已啟動法律程序並強化內控，凸顯先進製程保護的重要性。另美方控告兩名中國籍人士走私 Nvidia 高階 AI 晶片至中國，反映美中科技戰持續升溫。全球 AI 競爭與地緣政治下，半導體戰略核心與供應鏈安全更加關鍵。



研究發現，樂觀主義者的大腦在內側前額葉皮質（MPFC）具有較一致的活動模式，此區與情緒調節、未來思考密切相關。相較之下，悲觀者的大腦活動較多樣且缺乏一致性。樂觀者在面對正向事件時，容易形成鮮明、具體的想像；而對負向事件，則傾向以較抽象的方式加以處理，這種情緒距離感有助減輕負面情緒影響，增強心理韌性，促進长期的情緒穩定與身心健康。

科學家探索如何偵測人類、動物及 AI 的意識，透過神經影像、腦刺激與行為反應等多層檢測方法，揭示不同系統的潛在意識狀態，並引發臨床應用、動物福祉與 AI 倫理討論。四層方法包括：行為觀察（叫名字、握手、轉頭）；認知動作（想像打網球，結合 fMRI/EEG）；刺激反應（播放語音觀察大腦反應）；腦部刺激（TMS 與複雜度指數 PCI）。研究顯示章魚能辨別疼痛並記憶逃避，促成英國 2022 年《動物感知法》。AI 雖能回答問題，但現階段缺乏感受登錄，能否具感受能力仍待測試。未來將跨人類、動物與 AI 建立統一的意識檢測與定義。

量子力學快速發展，但對其理論背後的現實意義仍存分歧。調查顯示，五大詮釋中，哥本哈根詮釋認為系統僅在被觀測時顯現，支持度最高達 36%。認識論方法則視量子態為資訊或知識的表徵，支持度 17%。多世界詮釋主張每次量測宇宙分裂成多分支，各對應不同結果，支持度 15%。玻姆力學認為粒子有確定軌跡，由導航波引導，支持度 7%。自發崩塌理論認為波函數會自發崩塌，無需測量，僅受到 4% 研究人員支持。

時間悖論與幹細胞療法

2023 年，電影《X 戰警：未來昔日》中描繪世界陷入由嗅兵殺手機器人主宰的末日景象，人類與變種人戰爭最終導致文明崩壞、生靈塗炭。為了改變歷史，X 戰警們啟動時間旅行，將金鋼狼的意識送回 1973 年，阻止關鍵事件發生。這場災難的根源源於魔形女瑞雯在巴黎和會上刺殺軍火商崔斯克博士，政府因而發現她 DNA 中的變形能力。美國總統尼克森與軍方據此啟動嗅兵計畫，利用變形基因研發出無敵的嗅兵機器人，最終釀成毀滅性的全球浩劫。為了阻止魔形女與崔斯克博士、艾瑞克博士之間的衝突，X 戰警決定回到歷史的關鍵時刻，阻止魔形女的攻擊，並防止她的 DNA 落入對方手中。



他們利用羅根的特殊能力，將他的意識傳回至 1973 年的自己身上，展開了一場實際的「思想時間旅行」，希望能在現場改變歷史。然而，2023 年的羅根清楚未來將發生的災難，但 1973 年的眾人對此一無所知，也難以相信他的說法。關鍵時刻中擁有讀心與心靈控制能力的查爾斯（X 博士）讀取了羅根的記憶，並透過心靈連結，讓年輕的自己與 2023 年的自己對話。多了一位理解未來困境的關鍵人物，形勢開始扭轉。最終，在一場萬眾矚目的場合中，查爾斯成功勸阻魔形女放下仇恨，選擇保護與和解。這一歷史決策，不僅讓人類與變種人看見和平共存的可能，也在千鈞一髮之際改寫了未來。

另一部科幻電影《Be Right Back》講述了瑪莎與亞許這對新婚夫妻的故事。亞許是重度手機使用者，生活中的大小事幾乎都與手機緊密連結。婚後搬家時，亞許在出門還車前對妻子說了一句 “I will be right back”，然而他卻在路上發生車禍身亡，再也沒有回來。失去摯愛的同時，瑪莎發現自己懷孕，在悲痛與急切思念之下，她嘗試使用「數位雙胞胎」服務。這項服務透過亞許的行動裝置資料，詳細學習並模擬他的語言模式，與瑪莎進行同理互動、提供心理支持。手機成了亞許的數位雙胞胎。經過瑪莎的同意，系統更進一步提取亞許的音訊與影像檔案，建立能夠多模態互動的數位亞許，成為瑪莎日常生活的陪伴者。她透過手機通話與攝影功能與數位亞許分享生活，包括胎兒產檢的過程。某天，手機意外損壞，幸好雲端運算讓數位亞許得以復原並重新傳輸，顯示雲端技術在數位再生醫療中的重要性。瑪莎其後決定將亞許的數位記憶轉移至仿生人。經過數天孵育，仿生亞許誕生，再注入數位雙胞思想中樞後他的外觀、聲音、語調、動作幾乎與真實的亞許無異。然而，當兩人真正相處時，瑪莎仍感受到明顯的距離，仿生亞許雖能複製外在行為，卻無法完全重現亞許的情感與意識。電影在此揭示了一個關鍵訊息：即使科技能「再現」一個人，真正達成完整的仿生，仍有一段距離。要跨越這個距離，就必須面對如何在再生醫療中，不僅重建身體與器官的功能，還要恢復情感、意識與思維。

時間旅行與幹細胞治療，從科幻走向臨床，是一條探索生物時間逆轉的道路。而要了解這個概念，首先必須回到物理科學的基礎。在廣義相對論中，如果能找到蟲洞，依



據愛因斯坦的時空彎曲理論，就有可能穿越時空，從現在回到過去，或從未來回到現在，形成所謂的閉合類時曲線（CTC）。另一方面，時間旅行也可以透過高速運動來實現；當運動速度接近光速時，時間會因相對論效應而延遲，理論上可讓六十年的時光在短短十五分鐘內流逝。此外，量子力學中的量子糾纏也被視為可能產生高能量的途徑，進一步推動時間旅行的構想。然而，時間旅行的可能性同時伴隨著各種經典悖論，例如祖父悖論、自我生成悖論（Bootstrap paradox），以及試圖調和矛盾的 Novikov 自洽原則，彼此之間既相互衝突又引人深思。

如果將時間旅行的概念應用在幹細胞治療上，我們可以想像，雖然幹細胞會隨著年齡增長而逐漸失去分化與再生能力，但體內仍保留著具備修復功能的細胞。問題在於，我們能否透過技術，將這些細胞誘導回到如同胚胎時期的狀態，成為誘導多能幹細胞（iPSC）或間質幹細胞（MSC）。幹細胞的三大類型，胚胎幹細胞、誘導多能幹細胞與間質幹細胞。一旦能成功應用，就有望在神經再生、心肌修復、造血系統重建、以及角膜與皮膚修復等臨床領域發揮重大作用。換言之，若能讓細胞「回到過去」，實現青春化，這正是時間旅行與幹細胞治療交集的核心：透過誘導技術，將成熟細胞逆轉成多功能幹細胞。這種「逆轉」就是生物意義上的時間逆轉，就像年輕時細胞具有多能性，而隨著年齡增長逐漸喪失，我們則嘗試用科學手段重新喚回這種能力。這也觸及時間悖論的概念：細胞或許能在生物尺度上「穿越」時間。此外，端粒酶的延長與壽命延續密切相關，而低溫保存與復甦技術，則能凍結幹細胞或胚胎，等待未來復活或移植。如果結合先前提到的數位雙胞胎模擬技術，甚至有可能精準誘導幹細胞進行再生與修復。特別是神經細胞，作為控制多項重要生理功能的核心，其再生潛力將是未來細胞治療領域的關鍵。

幹細胞的發展歷史可以追溯到 1888 年，德國動物學家 Valentin Haecker 首次提出「Stem Cell」這個名詞。1902 年，科學界首次描述了多功能造血細胞，為後續幹細胞研究奠定基礎。1939 年，骨髓移植治療再生不良貧血的應用報告問世。1957 年，美國科學家 Donnall Thomas 完成了首次多功能造血細胞移植，1969 年則首次完成骨髓移植。



到 1972 年，造血細胞移植已能成功治療再生不良貧血，並在 1960 至 1970 年代展開多功能幹細胞研究。1991 年，Stroma cell 被重新命名為 Mesenchymal cell (間質幹細胞)，應用範圍擴展到造血系統以外的結締組織與器官修復。1998 年，人類胚胎幹細胞首次分離成功 (Thomson)，2007 年日本的山中伸彌與高橋政代發現誘導多能幹細胞 (iPSC) 技術，開啟了將成熟細胞逆轉回多能狀態的全新時代。2015 年，首次將誘導胚胎幹細胞分化為心臟細胞；2017 年，出現首例利用幹細胞治療黃斑病變的臨床應用；2022 年則有幹細胞神經移植治療的 10 年追蹤報告。這條發展路徑顯示，幹細胞技術的進步不僅限於造血系統，還推進到心臟、神經等重要器官的修復與再生。未來若能結合仿生技術與 iPSC，或許能達到如同科幻情節中重現生命的境界，但這同時也牽涉醫療倫理與應用邊界的討論。

日本高橋博士領導的團隊，在神戶理化學研究所發育生物學中心 (CDB) 眼科部門，成功研發自體 iPSC 視網膜移植技術，能為患者量身訂製專屬的視網膜細胞模型。此技術有望恢復受損視網膜的功能，為黃斑部退化等致盲性疾病帶來全新的治療方案。過去，黃斑部退化患者多依賴定期注射藥物延緩病情，而 iPSC 視網膜移植則可望實現組織再生，開啟「仿生視網膜」甚至「仿生眼睛」的可能性。2014 年，高橋博士團隊獲准進行全球首例 iPSC 視網膜移植手術，為再生醫療樹立重要里程碑。雖與科幻作品中的「全身仿生」概念不同，但若能在眼科領域實現局部器官的仿生修復，對長期治療患者而言無疑是一大突破。

在人類胚胎的囊胚階段，胚胎幹細胞會分化成三個胚層，分別發展出不同的組織與器官。外胚層形成神經系統，包括脊椎、腦部與神經細胞；中胚層分化出多種組織，如分布於各器官周圍的脂肪細胞；內胚層則生成胰島細胞，負責全身代謝與免疫功能，並與血液循環相關。然而，一旦細胞完成功能分化，就會失去多功能幹細胞的能力。日本科學家利用 OSKM 四因子 (OCT-4、SOX-2、KLF-4、c-MYC) 進行細胞重編程，能將成熟細胞回復為誘導多能幹細胞 (iPSC)，相當於讓細胞「青春化」、進行時間逆轉。這種逆轉就像細胞的時間旅行，對人類來說，可能需要六十年的老化過程，而細胞卻能在



短時間內回到年輕狀態。若能結合低溫保存等方法，將幹細胞長期儲存，就能在未來的再生醫療中發揮關鍵作用。

未來幹細胞的逆齡療法將成為時間旅行概念在醫學上的核心基礎。若能結合基因編輯與幹細胞逆轉器官老化的技術，不僅能延緩衰老，還可推動跨世代醫療數據的回溯，讓後代醫師得以回顧祖先的基因與病史，從中獲取診療啟示。這就像瑪莎將亞許的數位資料完整保存於手機與雲端，實現跨時間的知識與經驗傳承。時間旅行式的康復訓練，則可能透過 VR 技術結合神經再生治療，讓患者在沉浸式環境中重建感官與運動功能，並為未來具備人類意識的仿生人研發奠定基礎。雖然這些構想仍需時間實現，但在現階段，除了 iPSC 視網膜移植的突破外，誘導性幹細胞在糖尿病等疾病治療上的應用，也正逐步展現出臨床潛力。

細胞時間旅行 iPSC 糖尿病療法

糖尿病特別是第二型糖尿病，往往不是一朝一夕形成，而是長期累積的結果，就如同車禍後生命歷程的累積，需要回復時必須利用數位記憶。本案例患者已發展為併發症階段的糖尿病，該病例為首例在科學文獻中報導的幹細胞治療案例，治療後血糖控制成效相當不錯。患者於 2019 年 11 月起血糖控制不佳，波動範圍達 65 - 260 mg/dL，每日符合糖尿病控制標準的時間僅約六成，並頻繁發生低血糖事件。患者亦為腎臟移植病患，病程影響已非單純血糖控制所能解決，且血糖失控可能危及移植腎臟的狀況。

由於病情惡化，即使最先進的藥物治療也無法達到理想效果，在患者同意下，進行了幹細胞治療。當時幹細胞療法雖已有相當發展，但仍屬相當創新的治療方式。利用細胞時間旅行技術，研究團隊首先取出該名 59 歲患者體細胞，運用諾貝爾獎得獎技術 OSKM，誘導人體細胞成為具多功能性的誘導性幹細胞 iPSC 技術，將細胞回復至如同胚胎般的狀態。隨後，需讓這些誘導幹細胞發展成熟為胰臟細胞，研究團隊透過細胞培養技術加速分化，使其快速成為成熟的胰臟細胞。經組成胰島細胞並收成後進行安全性確認，確保其具備分泌胰島素的功能，且未在加速分化過程中形成腫瘤細胞。在完成功能與安全性評估後，將胰島細胞移植回患者體內，作為個人化治療的一部分。



此幹細胞移植療法如同使細胞時間旅行療法將細胞回復至 59 年前狀態，再加速分化至胰島階段進行移植療法。治療後血糖控制明顯改善。移植 12 週（約 3 個月）後，目標血糖（70 - 180 mg/dL）達成比例顯著提高，外源性胰島素需求大幅下降。糖化血色素降至正常，顯示糖尿病控制顯著進步。治療後，移植之胰島素持續發揮作用血糖與營養能量達到平衡，患者可依身體需求自主分泌胰島素，維持血糖及能量利用的穩定。

除了傳統臨床監測外，團隊也運用物聯網 (IoT) 數位科技，透過連續血糖監測 (CGM) 評估 iPSC 移植後的胰臟功能。傳統單點監測難以全面反映長期能量需求的平衡，CGM 則可進一步提供連續性數據。移植前 CGM 顯示血糖變異性高，波動明顯；移植 105 週後，血糖曲線整體平穩，變異範圍縮小，顯示變異性顯著降低。良好的血糖變異控制有助於保護血管內皮，減少發炎並延長移植細胞功能持續時間。

以上內容將在 2025 年 8 月 12 日(二) 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