

構建變種癌細胞 揭癌症轉移策略

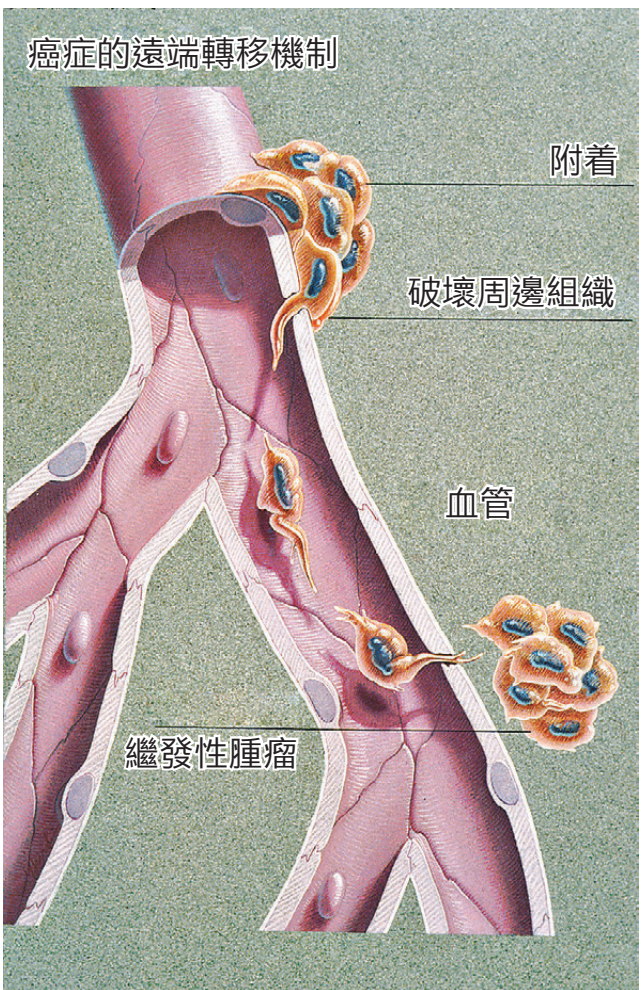
科學講堂

癌症的嚴峻性之一在於其能夠擴散至身體不同部位。其英文名稱「Cancer」源自古希臘語中「螃蟹」一詞，用以比喻其在體內侵襲與擴散的特性。然而，癌細胞究竟是依據何種規律選擇轉移至特定器官？有觀點認為，癌細胞會追隨特定營養物質的分布而擴散，事實是否如此？本文將結合近期研究成果，對此問題進行探討。

癌細胞要成功擴散至身體其他部位並非易事：它們需要侵入鄰近組織、通過血管或淋巴系統遷移至遠處，並在新的組織微環境中成功定植。這一系列步驟要求癌細胞具備高度的代謝可塑性。營養物質如何影響癌細胞的轉移方向，可能是一個複雜的過程。以往基於小鼠模型和人類數據的研究表明，某些特定代謝物，例如天門冬醯胺（asparagine）與丙酮酸（pyruvate），可能影響癌細胞向肺部的轉移傾向；而腦部微環境所能提供的營養物質相

對有限，因此癌細胞向腦部轉移的能力，可能取決於其自身合成絲氨酸（serine）等胺基酸的能力。那麼，是否真是特定的營養素或代謝產物引導了癌細胞的轉移方向？為探究此問題，一個研究團隊近期在實驗小鼠模型中研究了乳腺癌細胞的轉移行為。團隊首先確定了乳腺癌細胞可擴散至的六種組織（包括腦、肺、肝、腎、骨和卵巢），並定量分析了腦脊液及其他五種組織間質液中超過120種代謝物的濃度水平。同時，研究人員對乳腺癌細胞進行了基因改造，構建了多個不同的細胞「變種」，使每個變種均依賴於一種其自身無法合成的特定外源營養素。隨後，這些細胞被直接注射入小鼠的心臟血管中，以便它們能隨血液循環分布至前述的六個目標組織。體外實驗表明，這些改造後的癌細胞株的生長確實依賴於相應胺基酸的供應；然而，在活體動物模型中，並未觀察到某種特定的營養物質會顯著促進癌細胞向某個特定器官轉移。這表明，適宜的養分供應固然是重要因素，但其他因素（如癌細胞自身的遺傳差異）可能同樣發揮著不可忽視的作用。在轉移過程中，癌細胞需要消耗大量能量在宿主體內遷移，這可能影響其在遠處器官成功定植的能力。為了區分「轉移能力」與「定植後生長能力」，研究人員將癌細胞直接注射到小鼠的各

個目標器官中，觀察其原位生長的速度。結果發現，與那些經歷「長途跋涉」才抵達器官的癌細胞相比，兩者在生長速度上並無顯著差異。這意味着，若癌細胞未能出現在某個器官，很可能直接與其在該處微環境中能否順利存活和增殖有關，而與長途遷移過程本身關係較小。癌細胞能適應惡劣營養環境研究還發現，腦部微環境對癌細胞生長的調控機制似乎與其他器官不同。數據顯示，位於腦內的乳腺癌細胞，其自身合成的胺基酸量甚至超過了從周圍環境中攝取的量。這表明癌細胞能夠高度適應局部的惡劣營養環境，因此，簡單地切斷其外源胺基酸供應，可能並不足以有效抑制其在腦部的生長。小結癌細胞在體內的擴散機制是一個複雜的科學問題。本研究通過在實驗小鼠模型中探索乳腺癌細胞的轉移與生長特性，為理解器官趨向性提供了新的線索。未來仍需進一步研究其他類型癌細胞在不同動物模型乃至人體內的行為，以更全面地揭示癌症轉移的普遍規律。●杜子航 教育工作者早年學習理工科目，一直致力推動科學教育與科普工作，近年開始關注電腦發展對社會的影響。



一滴汗可測慢性病 告別「篤手指」測血糖

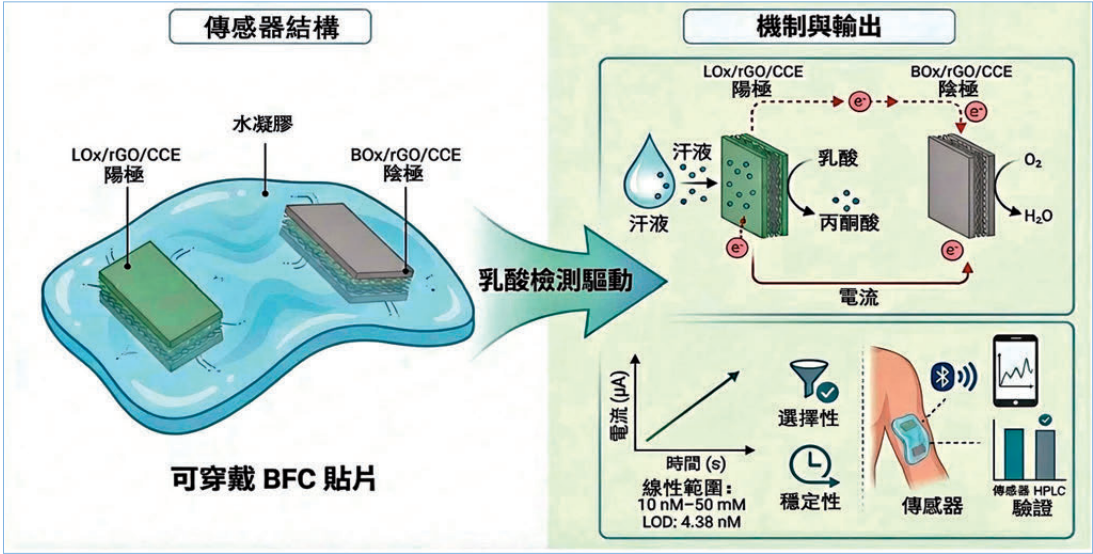
都大探索

早上7時15分，金融從業員黃先生的智能手環傳來微震，屏幕顯示：「血糖值：5.6mmol/L，建議飲水300毫升。」這項數據來自他晨跑時產生的0.2微升汗液——體積僅及一滴水珠的十分之一。

透過汗液來監測身體狀況，甚至慢性疾病的技術，可能很快會成為生活的一部分。事實上，汗液內藏豐富資訊，包括超過300種代謝物，與生理狀況息息相關。美國史丹福大學醫學院團隊多年前在《美國國家科學院院刊》發表的研究便指出，汗液葡萄糖數據與靜脈血檢測結果具高度關聯性。香港都會大學（都大）團隊研發的汗液監測技術，初步數據亦顯示從汗液檢測到的葡萄糖濃度，與傳統指尖採血（俗稱「篤手指」）的結果相當膾合。然而，要做到穩定、精準且舒適的持續監測，單是有關的智能穿戴設備，便必須考慮以下三個方面的技術局限，包括如何高效捕捉微量汗液、精確識別特定生物分子，以及確保裝置能獨立運作。

利用滲透壓及毛細作用傳輸

突破微汗限制：美國賓夕法尼亞州立大學團隊早前研發的「多孔顆粒狀水凝膠」，利用滲透壓和毛細作用，即使在靜止狀態，仍能保持高效的傳輸通量，收集汗液並引導至微流控裝置作分析。這項突破使得在微汗及日常活動的情況下，仍能精確連續檢測汗液中的乳酸。精確鎖定目標：中國科學院合肥物質科學研究院的研究團隊研發出一種用於快速識別尿酸分子的金屬有機框架材料，結構負載大量尿酸酶，能像「磁鐵」般精準鎖定汗液中的尿酸分子，僅需150秒即可完成識別，而且監測靈敏度高。能量自給自足：都大科技學院團隊研發的「自供電可穿戴電化學傳感器」創新技術，在檢測汗液乳酸時，利用生物化學反應所產生的



電子為傳感器供電，使傳感器無須外接電源，並透過藍牙技術將檢測結果同步至智能手機（見圖）。根據團隊早前於實驗室對運動員進行的測試，此技術用於實時監測運動員皮膚汗液的乳酸濃度時，與傳統檢測方法相比，誤差值僅為±5%。除了上述的技術突破，還需產業圍剿，加速商品化。有內地生物科技公司便利用成本低廉的石墨烯油墨，取代傳統金電極，快速生產出僅郵票大小的汗液傳感贴片，用於監測高血壓患者的藥物反應，而且每片成本可壓縮至8.9元人民幣，目前已投入高血壓患者的用藥監測。然而，技術落地仍面臨實際挑戰，例如環境因素干擾檢測穩定性，以及長期佩戴可能引起皮膚過敏問題。不同研發團隊正測試新型親膚凝膠材料，改善佩戴體驗及提升檢測穩定性。

可診斷阿茲海默症

汗液傳感技術的潛力遠不止於監測代謝指標。英國史雲斯大學團隊開發的「阿茲海默症贴片」，便能夠透過檢測皮膚中的特定細胞因子，在六分鐘內協助診斷阿茲海默症。這種可自行操作的贴片能夠持續監測皮膚，並將數據

傳送至電腦供醫生分析，有望在症狀出現前識別疾病風險。更進一步的應用，是用於一站式治療。例如傳統「智能胰島素泵」需在皮下植入微型傳感器，以測量組織液的葡萄糖濃度，相信新技術日後可發展為透過無創方式測量汗液的葡萄糖含量，結合個人化演算，準確估算血糖水平，並根據汗液葡萄糖升降，自動調整智能胰島素泵的給藥量，邁向無創、自動化的疾病管理。醫療大數據是臨床研究的關鍵，然而在推動應用的過程中，必須符合法規。歐盟《通用數據保障條例》將汗液數據列為「個人生理數據」，中國《個人信息保護法》亦規定此類個人資料須於境內存儲。業界正積極建立更嚴謹的數據安全和隱私保護機制，探索如何充分運用醫療大數據的潛在價值。從糖尿病管理到神經退化性疾病篩查，汗液診斷技術正推動醫療從「治已病」轉向「治未病」。當監測變得無痛、便捷且成本趨近於零，預防醫學才能真正普及。

●陳鍵林博士 香港都會大學科技學院副教授

器官具耐受修復能力 格陵蘭睡鯊「衰而不亡」

科技趣聞

根據世界衛生組織的數據，全球人類平均預期壽命已超過73歲，而記錄在案的最長壽者是一名法國女性，她的年齡達到了122歲又164日。不過，對於一些動物來說，這僅是彈指一瞬。弓頭鯨能輕鬆活過200歲；一隻名為「明」的北極圓蛤甚至達到了507歲的高齡。近年來一項突破性的發現將「已知最長壽脊椎動物」的紀錄授予了一種神秘而古老的生物——格陵蘭睡鯊。科學家的研究揭示，這些生活在北大西洋和北冰洋寒冷深水中的巨鯊，壽命可能輕鬆超過400歲，其生命歷程足以見證人類歷史的重大變遷。格陵蘭睡鯊是一種生活在北大西洋和北冰洋深處、行動遲緩的龐然大物，體長可達5米以上。研究表明，牠們可能需生長約150年才達到性成熟，妊娠期推測長達8年至15年。極低的繁殖率和漫長的成長期，使其種群從任何捕撈壓力中恢復都異常緩慢。對於多數魚類，科學家可通過耳石的生長輪來判斷年齡，但作為軟骨魚的格陵蘭睡鯊沒有這類結構。

2016年，《科學》雜誌的一項研究採用了巧妙的解決方案：研究人員發現，格陵蘭睡鯊眼睛晶狀體中有一種在幼年合成後便幾乎不再更新的特殊蛋白質，通過對28條誤捕死亡鯊魚的晶狀體核心進行放射性碳定年，科學家們成功測算出了牠們的年齡，其中最年長的一條5米長雌性格陵蘭睡鯊個體，年齡高達392（±120）歲，這意味着牠極可能出生於17世紀初期，這一發現讓格陵蘭睡鯊成為目前人類已知最長壽脊椎動物。

與衰老損傷共存

格陵蘭睡鯊的長壽不僅在於時間跨度，更在於其獨特的生理模式，牠們似乎遵循一種長期與衰老損傷共存的策略，而非人們想像的「永葆青春」。一項研究指出，100歲至150歲的格陵蘭睡鯊（相當於人類的青少年階段），其心臟組織已出現嚴重纖維化，並積累了大量如脂褐素等典型的衰老標誌物。按人類標準，這是一種典型的病態，但格陵蘭睡鯊的心臟卻未表現出明顯的功能障礙。科學家推測，牠們可能演化出了特殊的耐受機

制，例如極低的血壓和特殊的動脈結構，來減輕纖維化心臟的負擔。2024年，研究人員公布了格陵蘭睡鯊基因組，揭示出牠們長壽的另一個線索。格陵蘭睡鯊的基因組大小是人類的兩倍，其中超過70%是由轉座子構成。簡單來說，轉座子是一段DNA序列，不僅可以從染色體DNA上單獨複製或斷裂，自己形成一個循環保持結構的穩定，還有可能再插入到其他染色體DNA序列中，影響其他位置的基因調控功能。這一過程一般被認為可以發生基因改變或重組，進而推動生物進化和演變。在生物演化過程中，許多與DNA損傷修復相關的關鍵基因被大量複製，這表明基因組的維護與修復能力，可能正是格陵蘭睡鯊抵禦累積損傷的核心分子基礎。格陵蘭睡鯊的研究正改寫我們對壽命極限和衰老過程的理解，牠展示了一條不同於傳統認知的長壽路徑：不需要讓器官「永葆青春」，如果能發展出強大的耐受與修復系統，生命機能即使在與嚴重老化結構共存的情況下也能持續運轉。●文鯉

古嶺今談 說起北宋文壇，蘇洵、蘇軾、蘇轍父子三人皆以文學名世，同列「唐宋八大家」，合稱「三蘇」。他們先後各撰寫《六國論》，借戰國時期秦與六國的歷史，闡發對北宋時局的深切憂思，展現了士大夫的家國情懷與諫諍精神。

從三蘇《六國論》看北宋文人諫諍之道

直指「弊在賂秦」

蘇洵的《六國論》約寫於公元1058年（宋仁宗嘉祐三年），堪稱三蘇中最經典的一篇。文章開宗明義：「六國破滅，非兵不利，戰不善，弊在賂秦。」他犀利指出，六國滅亡根本在於賂秦求安之策，導致自身實力虧損。其論證層層遞進，先論賂秦之弊：韓、魏、楚等國因割地而力衰；再論不賂而亡之因：齊國「與嬴而不助五國」，終失強援；燕趙雖曾力戰，卻因「處秦革滅殆盡之際，可謂智力孤危」，孤立無援最終敗北。文章邏輯嚴密，用語犀利，氣勢磅礴，借古諷今，暗指北宋以歲幣賂遼、西夏求和，蘇洵憂心此舉猶如戰國割地，將削弱國力，故勸諫統治者放棄妥協，堅決守土與聯合抗敵，以免重蹈六國覆轍。蘇軾的《六國論》約寫於公元1060年（嘉祐五年），為《進論》二十五篇之一。延伸父親「齊……與嬴而不助五國，五國既喪，齊亦不免矣」思考，進一步從「勢」的角度剖析六國滅亡的原因。他認為，六國之亡在於未能認清地緣大勢，合力抗秦，分析齊、楚、燕、趙、韓、魏各自圖存，卻不知「團結一致」為自安之計，終被秦各個擊破。縱使六國曾短期合作，卻因短視而不知「勢」所致。與父親相似，他要諫諍的是北宋外交：勿單獨求和，應聯合抗敵。文章開首則以「竊怪」委婉勸導，告誡統治者深思天下勢，聯合盟友以多勝少、以強勝弱。文風用語樸實婉轉，盡顯其穩重而內斂的個性。蘇軾的《六國論》（又作《戰國任俠》《遊士失職之禍》《論養士》等），寫作時間未有定論，學術界普遍相信是寫於父親和弟弟的文章之後。有學者則認為是寫於其被貶海南時期，約公元1097年（宋哲宗紹元四年）。此文實承接父親「以賂秦之地，封天下之謀臣，以事秦之心禮天下之奇才，並力西向，則吾恐秦人食之不得下咽也」的觀點，強調「士」在國家興衰中的關鍵作用：「春秋之末，至於戰國，諸侯卿相皆爭養士。」

他指出，戰國時期諸侯競相養士，使六國得以長存；而秦統一後焚書坑儒，輕視人才，終致速亡，以對比為論據道出人才乃興衰關鍵。蘇軾不滿宋積貧弱，對王安石等變法憂慮。曾上書神宗：「臣竊以為當今之患，雖法令有所未安，而天下之所以不大治者，失在於任人，而非法制之罪也。」（《進策》）蘇軾親歷新舊黨爭，對人才流失痛惜。文章「向內」，勸君重視養士，勿重刑輕人文。用語典雅深刻，不無諷諷。三蘇父子生於北宋積弱之時，目睹邊患，他們以文諫君，雖視角各異，卻不無互通承接，共同體現知識分子家國情懷和文人風骨。不僅愛國，更憐黎民。其文章雖寫於千年前，卻仍折射出文人憂國憂民的精神，值得比較閱讀。

●陳偉中博士 嶺南大學中文系講師

休版啟事

因應學校農曆新年假期，香港《文匯報》教育版各版面將由明天（2月12日）起休版，至2月23日（星期一）復刊，敬希垂注。