

哈工大破解世界難題 標靶治癌另闢蹊徑 微納米機器人 血管逆流送藥

如何破解「提高藥物靶向遞送效率」這一世界難題？近日，哈爾濱工業大學機器人技術與系統全國重點實驗室、哈爾濱醫科大學第一附屬醫院等聯合開發出仿「水熊蟲」醫用微納米機器人，可實現在靜脈血高速流環境中可控運動及靶向駐停，實現「血管逆流送藥」，標靶治癌精準投放。

大公報記者 王欣欣

相關成果以《可在血管中靶向駐停的仿水熊蟲醫用微納米機器人》為題，發表在《科學進展》上。同時，《自然》雜誌以《仿水熊蟲爪形結構為游動微納米機器人提供抓地力》為題將該成果作為研究亮點進行報道。

研發團隊成員、哈爾濱工業大學醫學與健康學院教授、博士生導師吳志光生動解釋了藥物遞送的問題。他介紹，目前治療腫瘤的靶向藥，都是基於分子生物學的想法，研製藥物治療病灶。但在血管環境裏循環，一個藥物分子和藥物載體都是納米單位，而血液流速是厘米和毫米級別。藥物無法停留在病灶，且一旦隨血液流動錯過病灶，無法「逆流返回」。這就使得患者不得不大劑量服用藥物，來提升藥物治療效果。「我們團隊的研發目標就是用物理方法，把藥物隨波逐流被動遞送，變成主動在血液裏跑。」

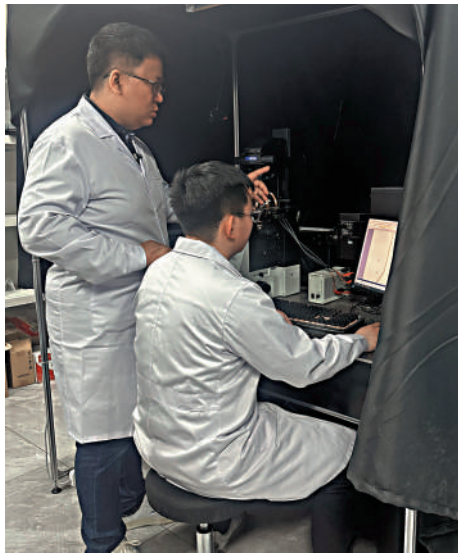
向水熊蟲「取經」不隨波逐流

一方面，該研究可顯著提高藥物靶向遞送效率，大大減少患者的藥物服用劑量，降低治療費用和對身體的傷害性，為惡性腫瘤精準治療提供新思路；另一方面，通過物理方法實現控制藥物到達病灶位置，無論什麼類型癌症，對我們來講都是一個位置問題，治療方案就只需考慮藥物對腫瘤細胞的病灶作用，吳志光教授介紹，這一成果大大提高了治療藥物的廣譜性，節省大量人力資金的研發投入。

仿水熊蟲微納米機器人憑藉其體積小、質量輕等特點，在藥物靶向遞送領域具有很好的發展前景。然而，多年來卻因面臨如何實現在血液高速流環境下高效驅動、如何實現循環系統內靶向釋放等挑戰而無法在醫學上應用。

直徑20微米 駐停逾36小時

哈爾濱工業大學機電學院教授李天龍表示，目前國際現有的微納米機器人技術，只能在人體血管運送末端的毛細血管中運動，在藥物遞送中也只佔1%的位移距



▲李天龍教授（左）指導科研人員進行系統操作。大公報記者王欣欣攝

離，99%遞送路程的靜脈中，只能實現「順流而下」。跟毛細血管相比，靜脈血管流速要高10-100倍左右。我們研發的最大突破是微納米機器人可以在靜脈血管中運動，實現了讓直徑20微米的機器人在20000微米/秒的靜脈血流環境中可控高效運動，可以「逆流而上」，還可以橫穿。

李天龍介紹，研究團隊以仿生學原理設計了一種仿水熊蟲醫用微納米機器人。因為血管又軟又粗糙，我們發現自然界中水熊蟲這類蟲子，其特點就是不僅有附肢還有爪子，可以牢固抓地，機器人模仿緩步動物水熊蟲利用爪子在動態環境中的運動方式設計了爪形表面結構，以提高微納米機器人的驅動效率。為讓機器人「停得住」，團隊通過多磁場複合調控技術，實現了微納米機器人在生物組織表面可控駐停及藥物靶向釋放，通過在兔子身上的實驗結果，駐停時間大於36小時，使治療效果獲得了很大的提升。

李天龍教授對記者說，「從2018年開始的，我們大概歷時四年左右才完成這個研究工作，目前還是處在一個實驗室的理論技術階段，下一步還要經過不斷完善，進行臨床前實驗、臨床實驗等」一系列過程，才能真正實現應用。」

創新方法 哈工大 微納米機器人

微納米機器人「逆流而上」 向水熊蟲「偷師」

以仿生學原理設計仿「水熊蟲」醫用微納米機器人投藥

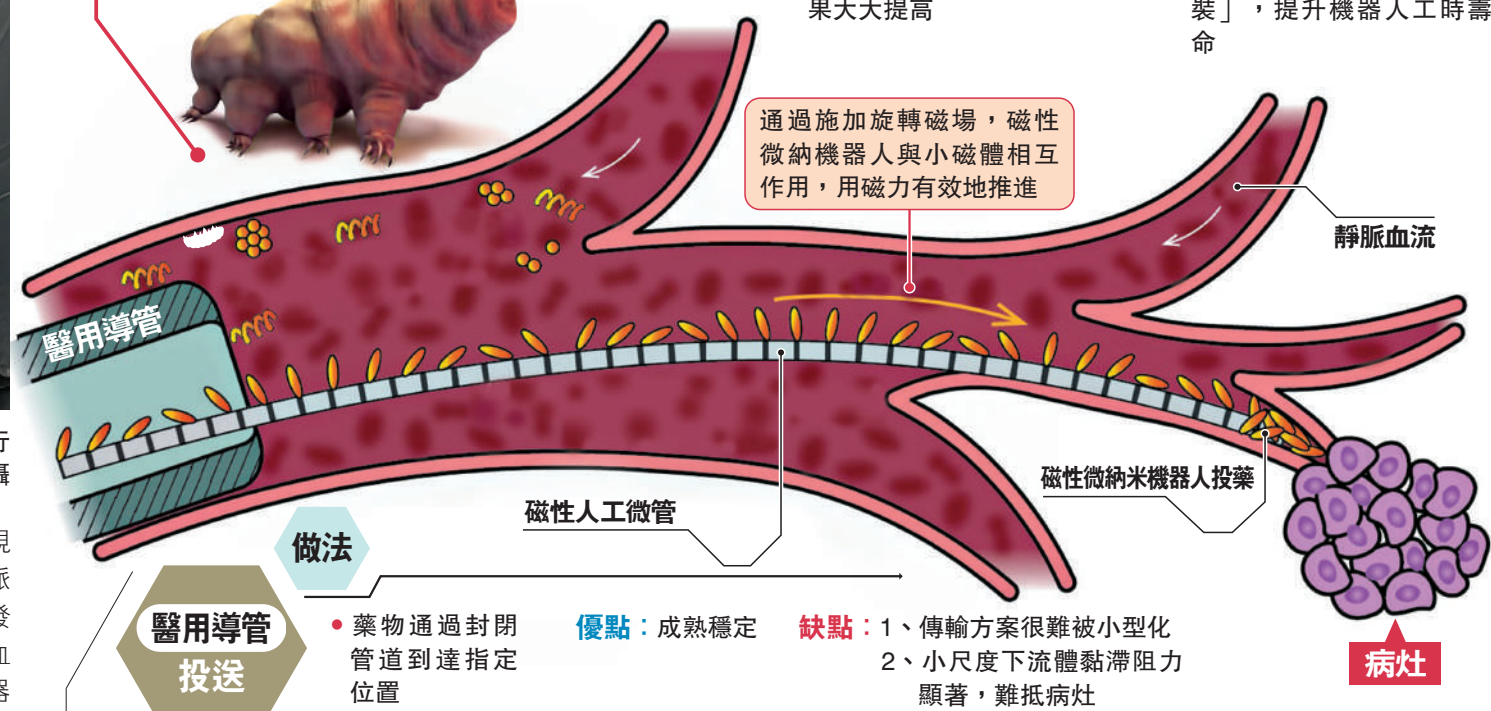
機器人模仿緩步動物水熊蟲，以爪形表面結構驅動向前

應用多磁場複合調控技術，實現在生物組織表面可控駐停及藥物靶向釋放

直徑20微米機器人可在20000微米/秒靜脈血流環境可控高效運動

優點：通過兔子實驗結果，駐停時間大於36小時，常規藥物治療效果大大提高

缺點：或激發人體免疫系統排斥；對此，可為微納米機器人表面包裹天然紅細胞「偽裝」，提升機器人工時壽命



醫用導管 投送

藥物通過封閉管道到達指定位置

優點：成熟穩定

缺點：1、傳輸方案很難被小型化 2、小尺度下流體黏滯阻力顯著，難抵病灶

大公報整理

天然紅細胞「偽裝」 躲避免疫系統排斥

【大公報訊】記者王欣欣哈爾濱報道：「微納米機器人進入人體送藥，還有一個難題就是作為外來物質，面臨人體免疫系統的排斥，免疫細胞的認知會把其當做外來物質進行排斥，排洩出體外，正所謂『出師未捷身先死』。那怎麼辦呢？」吳志光教授說，我們利用人體內紅細胞表面膜蛋白可以被免疫系統識別為「自己人」的原理，受其啟發，為微納米機器表面包裹了一層天然紅細胞，作為「偽裝身份」，躲避免疫系統的排斥，來提升機器人在人體中工作的時間和壽命，更好地為醫學健康服務。

吳志光教授介紹，微納米機器人技術研發，中國在世界領域一直處於前

列水平。國際機器人領域權威雜誌《科學進展》(Science Advances)每年發文章只有40篇論文，微納米機器人相關內容至今發了十餘篇論文，哈爾濱工業大學就佔了3篇。目前研發團



▲哈爾濱工業大學醫學與健康學院教授、博士生導師吳志光向記者講解研究內容。大公報記者王欣欣攝

隊的可喜成果不斷湧現。「下一步，我們將針對臨床治療的痛點和難點，對於傳統藥物的應用，對於侵襲性擴散性的癌症治療等問題提出中國技術的應用解決方案，面向「健康中國2035願景」，面向全人類的全民健康，做出我們的貢獻。」



「祖沖之號」量子計算雲平台 面向全球開放

【大公報訊】記者趙臣合肥報道：5月31日，科大國盾量子技術股份有限公司（以下簡稱「國盾量子」）攜手弧光量子等合作夥伴，在安徽合肥發布新一代量子計算雲平台。

該平台接入「祖沖之號」同款176比特超導量子計算機，不僅刷新了我國雲平台的超導量子計算機比特數紀錄，也是國際上首個在超導量子路線上具有實現量子優越性潛力、且對外開放的量子計算雲平台。

中國科學技術大學教授、「祖沖之號」量子計算總師朱曉波介紹，比特數是衡量量子計算機可實現的計算能力的重要指標，中國科大「祖沖之號」研發團

隊在原「祖沖之號」66比特的芯片基礎上做出提升，新增了110個耦合比特的控制接口，使得用戶可操縱的量子比特數達到176比特。

除了比特規模，在其他涉及量子計算機性能的連通性、保真度、相干時間等關鍵指標上，「祖沖之號」雲平台接入的新一代量子計算機的設計指標也瞄準國際最高水平，不斷在實際中調試提升其性能。

「祖沖之號」量子計算常務副總指揮、國盾量子董事長彭承志表示，量子計算未來可為密碼分析、人工智能、氣象預報、資源勘探、藥物設計等所需的大規模計算難題提供解決方案，其中量子計算雲平台是量子計算走向應用的重要一步。

珠江口海域正式投用。



百萬噸級海上碳封存工程 珠江口率先投用

【大公報訊】據央視網報道：6月1日，我國首個百萬噸級海上碳封存示範工程——恩平15-1油田碳封存示範工程在珠江口海域正式投用。

這標誌着我國初步形成了海上二氧化碳注入、封存和監測的全套鑽完井技術和裝備體系，填補了我國海上二氧化碳封存技術的空白。

所謂二氧化碳封存回注，其實就是通過工程技術手段，把捕集到的二氧化碳直接注入至地下800米到3500米深度範圍內的陸上或海底鹹水層，是國際公認的有效促進減排的重要措施。我國這口回注井投產後，所在區域的海上鑽井平台在開採油氣過程中，產生的二氧化碳將被採集，規模化向海底地層注入。

中國海油深圳分公司副總經理鄧常紅表示，作為我國首個海上二氧化碳封存示範工程，可將超過150萬噸的二氧化碳封存於海底地層，相當於植樹近1400萬棵。工程的成功投用為整個粵港澳大灣區提供了快速降

碳的可行方案。

中國海油恩平油田總經理萬年輝表示，恩平15-1油田碳封存工程是將伴生的二氧化碳通過技術手段，進行捕獲、分離、壓縮後，以超臨界狀態回注海底地層埋藏，在一個彷彿倒扣的「巨碗」下實現長期、穩定封存。

碳捕集利用與封存是實現碳達峰碳中和目標不可或缺的重要技術選擇。近年來，我國碳捕集利用與封存技術發展迅速，具備了大規模實施的工程能力，系列示範項目加速落地運行。

在海南，國內首個凝析氣藏碳捕集利用與封存先導試驗基地——中國石油海南福山油田，通過將捕集的二氧化碳用作油氣的「助採劑」，成功讓瀕臨廢的低壓凝析油氣藏恢復生產。連4斷塊自2022年7月恢復生產以來，累計產油6100噸、產天然氣570萬立方米。採用全生命周期二氧化碳混相驅開發方式，不僅可以提高油氣產量，同時還能將二氧化碳封存到地下。

羅湖「跨境遠程問診」開業 提供港醫港藥

【大公報訊】記者郭若溪深圳報道：內地港人看病不用返回香港，通過遠程視頻，就能得到香港醫生的專業診療服務！6月1日，深圳市羅湖區人民醫院「跨境遠程門診」正式掛牌開診，門診將為在內地的香港同胞提供「港醫港藥」服務，以滿足深圳及周邊地區港人的醫療需求。

香港居民黃小姐2年前經體檢查出高血壓，在香港

曾看過曹醫生，最近移居深圳，近幾天血壓又出現波動。聽說羅湖區人民醫院「跨境遠程門診」開業，曹醫生也在線上坐診，特地過來找他看病。

「我覺得這次就診體驗非常好，很「絲滑」！不用去香港東奔西跑的，只要來一趟羅湖區人民醫院，就可以得到內地醫生和香港醫生的聯合會診。省了過去香港的時間和車費，非常適合我這種已經移居了大灣區內地城市的香港人！」黃小姐表示。

據悉，此次共有15名全科及1名專科醫生在香港為「跨境遠程門診」提供專業的線上診療服務。每次遠程醫療門診的整體收費約人民幣500元，包含醫生掛號費及診金，以及後續微信跟診服務。會診後，香港醫生可因應病人的醫療需求，開具處方，然後通過合法途徑寄到港籍病人的註冊地址。目前羅湖區人民醫院正在完善預約功能，患者很快就可通過醫院公眾號查看香港醫生的排班，選在指定日期和時間預約掛號，不用現場長時間等候。



▲香港居民黃小姐通過「跨境遠程門診」與香港醫生對話。大公報記者郭若溪攝