

化合物令血液速凝固 啟發生物醫學

科學講堂

當我們受傷、流血時，慶幸血液會自行凝結成塊，堵塞傷口，避免持續失血。然而，這些血塊並非十分堅固，劇烈動作或擠壓便可能使其破裂，導致傷口再次暴露。本文將與讀者分享一項近期發表於國際頂尖學術期刊《Nature》的研究成果，該研究提供了一種全新方法，能使血液在數秒內凝結成更為扎實的血塊，從而為傷口帶來更有效的保護，並顯著促進組織再生。

血液內的止血現象，是一連串複雜的生化反應，當傷口出現時，身體會產生血纖維蛋白（fibrin），並編織成一張網狀結構。這張由血纖維蛋白構成的網絡能將附近的紅血球連接起來，進而形成血塊。

然而，此凝血過程相對緩慢，通常需要數分鐘，且形成的血塊亦不夠堅固，因紅血球雖然佔據血塊近一半的體積，卻幾乎無法提供硬度，而真正承擔

結構支撐作用的纖維蛋白網僅佔不足1%。因此，天然血凝塊在生理血壓下極易破裂或脫落，遭遇較大機械應力時往往失效，嚴重限制了其止血效果。

血凝塊強度升13倍

研究人員在紅血球表面引入有機化合物反式環辛烯（Trans-Cyclooctene），然後將這些修飾後的紅血球與含有四嗟（Tetrazine）官能團的聚合物混合（如圖）。

反式環辛烯與四嗟之間會發生超快速的生物正交點擊化學（Click Clotting）反應，從而在數秒內將紅血球通過共價鍵連接起來，形成一種名為「細胞凝膠」（cytogel）的連續細胞網絡。這個細胞凝膠進一步與天然凝血過程中形成的纖維蛋白網絡交織，共同構成了工程化血凝塊（Engineered Blood Clots, EBC）。在此體系中，紅血球不再是被動的填充物，而是直接參與承載外力，從根本上改變了血凝塊的結構屬性。

這種經過改良的凝血機制在多種性能指標上取得了亮眼的成績。首先，反式環辛烯與四嗟均不會參與其他化學反應，具有優良的生物正交性，因此不會影響血液中原有的生化過程。其次，此改良方法顯著增強了血塊的韌性和黏附力：與人體天然形成的血塊相比，工程化血凝塊的斷裂韌性（fracture toughness）提升了13倍，與組織的黏附能量（adhesion energy）也提升了4倍。

這一卓越的韌性提升，源於一個全新的力學機制。研究發現，細胞凝膠的韌性提升並不依賴於增

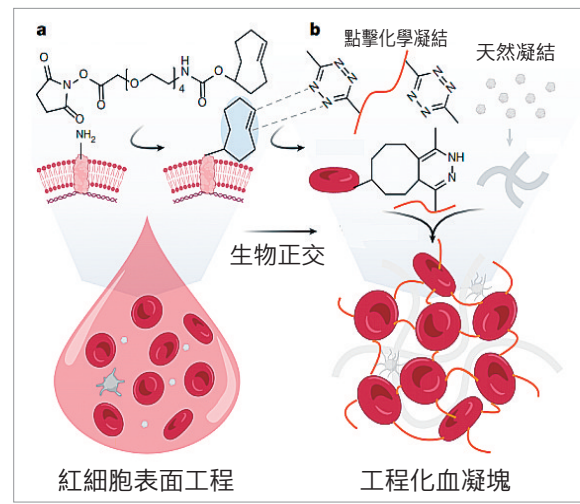
加聚合物含量，而是來自細胞本身。當外力作用時，工程化血凝塊中那些被共價交聯、主動承力的紅血球會依次發生物理破裂，從而來吸收並耗散大量能量。這種類似「犧牲結構」的機制，有效抑制了裂紋擴展，使工程化血凝塊在受到衝擊或拉伸時不易發生災難性斷裂。

在實際應用層面，此改良凝血機制也展現了非凡的潛力。在老鼠的肝臟傷口模型中，工程化血凝塊可在5秒內形成血塊，顯著減少血液流失。更令人矚目的是，在大鼠肝臟大面積切除的嚴重損傷活體實驗中，該血凝塊能夠助力肝臟完全癒合、恢復至正常大小，且未留下明顯疤痕。

相比臨床使用的產品，工程化血凝塊還將術後肝臟與周圍組織的黏連率從83%大幅降至17%。

此外，該技術還展現出優良的生物相容性和極低的免疫反應，無論是使用自體血液（約20分鐘製備），還是同種異體捐贈的配型血液（約10分鐘製備），均能有效快速止血。研究團隊更發現，該機制的「點擊凝血」思路具有通用性，可應用於其他類型的細胞，包括構成結締組織的成纖維細胞、脂肪來源幹細胞，甚至單細胞藻類，顯示其在未來生物醫學領域具有廣泛的應用潛力。

然而，要進一步將此改良凝血機制應用於實際醫療環境，仍存在一些問題需要解決。例如，該機制需要使用特定的試劑與處理步驟，因此未必能輕易融入高壓力、高速度的醫療場景。此外，降低成本



以及在大型動物身上進行測試，也是後續必須進行的步驟。

除了將紅血球連接起來形成血塊，此技術還可能有其他令人興奮的應用：例如，將細胞連接以協助器官再生，甚至製造出新器官；或者將免疫細胞連結起來，形成對抗癌症的防禦。這項研究將血凝塊從一種自然產物，轉變為一個「可設計的材料體系」，為創傷急救、外科手術和再生醫學提供了全新的策略和思路。

● 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。

護士不止照顧病人 更可守護社區

東華論衡

國際護士會將每年5月12日定為國際護士節，今年的主題為「我們的護士·我們的未來：賦權護士，拯救生命」，彰顯護士在守護生命、拯救病患的重要角色。然而，受傳統觀念影響，社會大眾對於護士工作仍存有刻板印象，例如認為護士是女性職業，或誤以為護士只是醫生的助手，其工作僅限於在醫院照顧患者。

然則，護理工作從來不止於照顧患者，更是主動回應社會整體健康需要。隨着政府推動基層醫療發展，香港醫療體制正由「重治療、輕預防」逐步走向以預防為重、以社區為本的方向，護士的角色亦由扎根醫院走向社區，成為市民在醫療體系中的首個接觸點。

即使在醫院的臨床工作，護士的專業角色亦不斷深化。醫管局早於2006年增設資深護師職位，資深護師在臨床服務中兼具護理、教學、督導及研究角色，是推動護理專業發展的重要骨幹。

護理工作亦由以疾病為中心，逐步轉向以市民健康為本、以預防為先，令護士的角色由醫院內

的照顧者，延伸至健康教育者、政策倡導者及研究人員等多重身份。

在家庭層面，護士提供輔導服務和專業建議；在社區層面，護士籌辦健康促進活動，推廣健康教育；在醫療衛生體系中，護士則協調跨專業團隊協作，為患者提供更全面的照顧。

參與感染控制 減低恐懼情緒

當疫症來襲時，護士更會在社區收集臨床數據、參與感染控制研究及科研工作，並加強市民對傳染病的認識和預防，減低不必要的恐懼情緒。這些轉變正反映護士並非單純的「醫療助手」，而是全方位的健康守護者。隨着護理專業持續發展，愈來愈多男性投身護理行業，逐步打破傳統性別定型。

隨着人口老化加劇，醫療需求近年大增，本港自資專上院校均積極發展醫療相關學科，當中尤其以護理學為重。

當中，東華學院的護理學課程開辦至今已十五載，歷年培育逾4,400名護理學畢業生。學院以應用型護理教育為基礎，輔以創新科技和高效模擬訓練，並重視基層醫療實習經驗，秉承東華三院的辦

學宗旨，致力培育兼具專業能力及關顧之心的護理人才。

疫情期間，師生自發參與多項社區服務及前線護理工作，早前更支援大埔火災受影響的市民，充分體現護理專業、關愛社會的精神。

為配合護士在專業領域上的進一步發展需要，東華學院亦於去年開辦專為在職護士而設、全港首個自資護理學哲學博士課程，旨在提升學生研究能力，並推動研究成果轉化落地，成為創新的解決方案。學院期望課程不僅停留於學術層面，更是透過應用研究，提出對護理實務與醫療政策均有裨益的方案，貫徹學院「應用為本」的教育理念。

未來醫療環境將越見複雜，護士的角色亦不再局限於傳統臨床工作，而是需要進一步加強循證實踐能力、參與跨專業團隊工作，在服務設計、質素提升及政策發展等方面發揮更大作用，為香港醫療專業的持續發展作出貢獻。

● 東華學院校長 陳慧慈
東華學院自2010年創立以來，致力培育契合社會發展所需、具備專業素養的優秀人才。本專欄旨在與各界交流分享真知灼見，攜手打造香港成為國際教育樞紐。

港海域物種豐富 「毒魚毒蛇」需留心

嶺南創新知

上回我們談過香港陸地上的有毒動物，今天便來說說棲息在香港水域中的有毒物種。

香港海域擁有超過五千種海洋生物，其中不少為有毒物種，例如魚類中的雞泡魚、頭足類的藍圈八爪魚，以及屬於刺胞動物的獅鬃水母。

在有毒魚類中，沿岸垂釣時常出現的石狗公，以及常被用作產後進補的石崇最為人所熟知。這兩種魚分別屬於平鮎科和鮎科，背鰭上都有針狀棘，可注射神經毒素。處理這類魚時，必須先小心移除背鰭，否則被刺傷會感到劇痛，其他可能出現的症狀包括呼吸困難、肌肉麻痺、休克，甚至心臟衰竭。

同屬鮎科的，還有幾種俗稱「獅子魚」的蓑鮎（粵音同：梳游）。作為觀賞魚，牠們常在旺角金魚街出售，香港街市偶爾也有魚檔販賣，但並不常見。

其中，有兩種獅子魚被引入加勒比海後成為入侵物種。當地政府為控制數量，不僅鼓勵民眾捕殺，甚至在十年前開始舉辦年度「獅子魚捕撈大



● 雙斑海毛蟲

資料圖片

賽」，讓社區潛水愛好者大展身手，堪稱另類生態活動。2025年的比賽有500位潛水員參加，在比賽期間移除了三萬條獅子魚。也許香港也可舉辦類似活動，移除沙巴龍龜和澳洲紅螯螯蝦等入侵物種。

除了「毒魚」外，香港亦記錄有六種海蛇，但大多僅有零星發現。海蛇與銀腳帶、飯劍頭一樣，屬於眼鏡蛇科，都具有神經毒。牠們主要捕食小型珊瑚礁魚類，因此每次注毒量不大。

事實上，大多數海蛇性情溫馴，幾乎不會主動攻擊人。台灣蛇類專家杜銘章老師是亞洲海蛇研究的權威，十年前，他離開大學教職，創辦了生態農場，透過導覽與體驗活動，讓公眾了解生態平衡的重要性，並幫助人們克服對蛇的恐懼。

全新物種「雙斑海毛蟲」

至於一般市民較有機會接觸到的海洋「毒物」，非「海毛蟲」莫屬。海毛蟲與蚯蚓同屬環節動物，與陸地上的毛蟲（鱗翅目幼蟲）並無直接關係。2018年，海毛蟲曾在屯門與荃灣泳灘大量出現，成為城中熱話。牠們腿上的剛毛內含毒腺，如被刺傷，皮膚會出現痕癢、紅腫甚至水泡。本港有大學學者曾於2019年發表研究，指出香港共有兩種海毛蟲，其中之一為全新物種，依其身體特徵命名為「雙斑海毛蟲」。

香港的海洋世界或許仍隱藏着更多未知的物種等待我們去發現，這也提醒着我們，要保護好海洋生態，才可以維持生物的多樣性。

● 劉彥芹 嶺南大學科學教研部助理教授

安全創造台降低風險 有助孩子釋放想像力

科技暢想

在孩子的成长過程中，好奇心與創造力是最珍貴的天賦。他們總愛東拆西拆，把家裏弄得一團糟，對各種工具充滿探索慾望——然而，傳統的切割、鑽孔、打磨工具對孩子來說風險太高了，老師家長既不忍扼殺孩子的探索熱情，又無法不擔心安全問題。

作為教育工作者，筆者希望能尋求解決方案，可以讓孩子安全地搗亂，同時將他們的想像真正落地。

去年，筆者了解到市面上的一類安全創造工作台，以「一機多用、安全不傷手、操作簡單」三大核心特色，重新定義了家庭與學校的創意實踐方式。它將各類工業工具安全化、家庭化，倡導不設限制、從零到一的自由創造，讓孩子可以放心地在安全環境中搗亂，盡情釋放天馬行空的想像力，並親手將心中的點子轉化為真實的作品。

傳統工業機械涉及高功率電機與刀具，讓未成年人

接觸這些設備始終存在極大的安全風險，而安全創造台的最大特點之一，就是功能上的高度整合性。一台機器便同時具備切割、打磨、鑽孔三大核心功能，無需購置多台笨重設備，既節省空間又降低使用門檻。

孩子在創作過程中不受材料限制——只要有想法，就能透過創造台去實現。從最原始的材料到最終成品的完整呈現，對孩子的動手能力、創新思維與專注度都是全方位的鍛煉。

除了安全，安全創造台同樣強調使用的簡便性。機器的組裝和操作都非常直觀，孩子上手極快。創造台倡導簡單易操作的理念，孩子無需複雜的專業訓練就能立即開始創作，這正是激發探索熱情的重要前提。

● 梁悅晴

香港新興科技教育協會培育科普人才，提高各界對科技創意應用的認識，為香港青年提供更多機會參與國際性及大中華地區的科技創意活動，詳情可瀏覽www.hknetea.org。



● 學生使用安全創造台。資料圖片

發夢可整合知識 有助打破認知僵化

科技透視

夢長久以來被視為一種能夠跨越常規思維藩籬的特殊認知狀態，然而，這些引人入勝的軼事在嚴格的神經科學審視下，往往因缺乏可重複的實驗證據而淪為「趣聞」。

既往研究已證實睡眠，尤其是快速眼動睡眠（REM睡眠），對記憶鞏固和聯想過程具有促進作用。例如，REM睡眠期大腦的神經遞質環境（如去甲腎上腺素水平的顯著降低）和電生理活動特徵被認為有利於遠距離語義聯結的形成，從而激活清醒狀態下難以觸及的知識網絡。

主流的神經生物學解釋之一是「激活—綜合模型」。該模型由哈佛大學精神科醫師學者Hobson與McCarley於1977年提出，他們認為夢境起源於腦幹，特別是腦橋的隨機神經信號發放。這些信號激活了前腦的多個區域，包括感覺、運動和情緒相關皮層。夢境的主觀體驗，便是大腦的高級皮層系統試圖綜合這些隨機的、自下而上的生理信號，為其賦予一定情節和意義的過程。根據這一觀點，夢本身並無內在目的或隱藏含義，它僅僅是大腦在特定生理狀態下對噪聲的解讀。

然而，這一模型雖能解釋夢境的離奇性，卻難以說明為何夢境內容常與個體的近期經歷、情緒困擾或未解問題存在系統性的關聯。

與之形成對照的是具有悠久歷史的精神分析模型。由弗洛伊德開創的精神分析理論將夢視為「通往無意識的康莊大道」。該理論認為，夢境是被壓抑的慾望、衝突和記憶在意識審查減弱時的象徵性滿足與表達。因此，夢的內容是心理意義的載體，通過對顯夢（實際體驗）的解析，可以揭示潛夢（深層含義）。

當代神經精神分析學的研究在一定程度上為這一觀點提供了神經基礎的支持。例如，研究發現夢境期間邊緣系統（如杏仁核，負責情緒處理）和前額葉皮層的激活增強，這提示夢境與情緒記憶的加工密切相關。

睡眠是知識再加工關鍵期

除了上述兩種經典理論，現代認知神經科學提出了更精細的機制來解釋夢境如何服務於認知功能。記憶鞏固與系統整合假說指出，睡眠並非被動的靜息狀態，而是一個對日間獲取的信息進行主動再加工的關鍵時期。

在非REM期，海馬體中新形成的記憶痕跡被反覆激活（即神經重放），並逐漸轉移至新皮層，實現長期存儲。而REM睡眠則在此基礎上，將這些新近鞏固的記憶與個體龐大的、已有的語義知識和過往經驗網絡進行深度整合與抽象化。這種整合過程可能正是創造性洞見得以產生的土壤。

例如，學習一門新語言的新詞彙後，只有在包含REM睡眠的夜間睡眠後，這些詞彙才能真正融入大腦的「心理詞典」，並與已有詞彙發生競爭，這證明了REM睡眠在知識整合中的獨特作用。

更為具體的機制涉及REM睡眠期的聯想網絡重組。經典的行為學實驗表明，從REM睡眠中被喚醒的試，其對「弱語義關聯詞對」的語義啟動效應增強，甚至超過了強語義關聯。這意味着在REM睡眠期，大腦的聯想網絡處於一種高度可塑和「超聯想」的狀態，語義節點間的連接閾值降低，使得平時相距甚遠、看似不相關的概念更易發生碰撞與聯結。

加拿大蒙特利爾大學的精神醫學教授Tore Nielsen對此的描述頗為精妙：在REM睡眠的思維網絡中，「麵包」的刺激可能不再導向常規的「牛油」，而是激活了「小麥」「花朵」「帕尼尼機」甚至「金錢」等遠程關聯。正是這種獨特的聯想模式，使得個體有可能掙脫清醒時固化的思維定勢（即「認知僵化」），從全新的角度重組問題元素。（二之一）

● 文鯉