

中國空間站醫學實驗 研人工血管揭微重力奧秘

太空器官芯片 加速新藥研發



中國空間站全面建成後，國家太空實驗室已正式運行，空間應用成果不斷產出。在備受關注的空間站航天醫學研究領域，中國已布局開展49項創新性實驗研究。中國航天員系統副總設計師李瑩輝日前透露，空間站已完成中國首例太空器官芯片研究，這也是國際上首例人工血管組織芯片研究，標誌中國成為國際上第二個具有在軌開展器官芯片實驗和分析能力的國家。這一研究對於幫助航天員保持身體機能、重新適應地球重力環境具有重要意義；在地面上亦可應用於藥物篩選等領域，加速新藥研發速度。

大公報記者 劉凝哲北京報道



中國空間站應用取得階段性成果，開創多個「國際首次」。圖為神舟十四號飛行乘組航天员劉洋在中國空間站舉行的「天宮課堂」第三課中展示太空水稻種子。

目前，中國已建成功能完善、性能國際先進的國家太空實驗室研究平台，學科覆蓋全面。李瑩輝表示，針對長期失重、輻射等複合因素對航天員健康、行為與能力的影響特徵與機制，探索研究前沿理論，科研人員開展了一系列原創性機理探索和應用基礎研究，獲得航天醫學新發現。其中，就包括國際上首例人工血管組織芯片的研究。

分析形態變化 研發防護措施

據了解，人體器官芯片是生物醫學工程的一個新研究方向，可高仿真的模擬人體器官功能。通過開展太空器官芯片的設計研究，發展有效的對抗防護措施，對保障長期飛行後航天員的健康和圓滿完成航天飛行任務具有重要的意義。根據官方公布的視頻顯示，航天員張陸曾在空間站進行血管器官芯片的操作。中國航天員科研訓練中心副研究員王春艷接受採訪時表示，這個芯片由中國自主獨立研製，在神舟十五號任務中，中國第一次在軌實施器官芯片項目，也是國際首次在軌開展人工血管芯片研究，標誌着中國成為世界上第二個具備在軌開展器官芯片研究能力的國家。

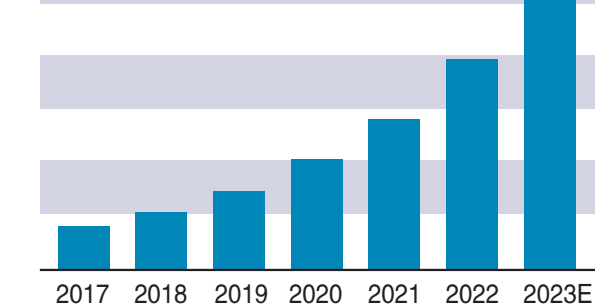
據「中國運動健康」報道，神十五任務中研究人工血管芯片，是研究人員在實驗室用原代細胞構建具有功能性的人工血管，並將其安裝至自主研發的太空血管芯片中，進行微流體培養以確保血管的穩定性。同時，結合影像學分析方法，對實時觀察並採集到的血管形態變化進行分析。研究主要針對空間飛行導致的立位耐力不良的細胞學機制研究需求，聚焦微重力對血管氧化應激水平的變化和血管結構與功能的影響，研究長期空間飛行導致的立位耐力下降的細胞學機制，以及在空間環境下某些化合物對抗航員立位耐力不良防護機制，為發展有效的對抗防護措施提供理論和實驗依據。

助航天員重新適應地球重力

事實上，太空器官芯片研究是近期世界航天醫學研究的熱點領域之一。據外電報道，全球在航天醫學的生物製造領域，約有13%的研究聚焦器官芯片。美國國立衛生研究院(NIH)等機構正與NASA合作計劃開展一系列研究，在國際空間站的失重狀態下測試器官芯片。來自美國的研究稱，針對在國際空間站的航天員研究表明，微重力和輻射可能會使他們的器官系統和DNA過早老化。王春艷表示，中國的人工血管芯片研究主要針對航天員長期空間飛行後導致的身體反應，對通過藥物防護等方法幫助航天員保持身體機能、重新適應地球重力環境具有重要意義。同時器官芯片在地面也可以應用於建立疾病模型、進行藥物篩選、評估藥物效果等研究，服務於大眾健康。



▲▼ 科研人員檢查隨神舟十五號返回地面的空間科學實驗樣品。



全球器官芯片(OOC)市場規模

資料來源：共研產業諮詢

Q：為何要在太空進行器官芯片試驗？

A：通過開展太空器官芯片的設計研究，發展有效的對抗防護措施，對保障長期飛行後航天員的健康和圓滿完成航天飛行任務具有重要意義。此外，還可更好地了解失重對人類健康和疾病的作用，並將其轉化為改善人類健康的**有效方式**。

Q：中國器官芯片發展水平如何？

A：2019年以來，中國器官芯片技術逐漸成熟，生產能力不斷提升，走上商業發展的軌道。國產產品與海外產品相比，產品價格優勢明顯，因此市場規模不斷擴大。2022年中國人體器官芯片市場規模0.05億美元，佔全球的5.69%；預計2023年中國人體器官芯片市場規模0.13億美元，佔全球**的10.80%**。

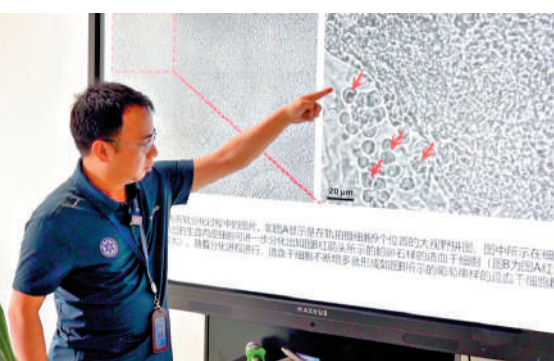
▲ 南京東南大學的研究人員在進行「心臟芯片」後續研究。



神十五建功 全球首創太空造血

先拔頭籌

今年6月，神舟十五號載人飛船返回地球，跟隨航天員一同「回家」的，還有多能幹細胞在太空微重力環境下向早期造血分化研究的細胞樣品。這些多能幹細胞經過為期6至15天的細胞在軌培養，首次實現了人類幹細胞「太空造血」，是國際上首次開展這一研究。



▲ 中國科學院深圳先進技術研究院工作人員對中國空間站太空造血實驗樣品開展比對分析。

早在2017年，科研團隊在天舟一號貨運飛船上進行的小鼠胚胎幹細胞的增殖和分化研究就已表明，在太空培養的幹細胞呈現出了更優於地面的生長方式，同時維持了更高水平的多能性基因表達。此次，通過實驗，科研人員將人的多能幹細胞在軌分化到了類似於鵝卵石一樣的造血幹細胞。

天津大學藥學院研究員劉子川表示，在太空的微重力環境下，幹細胞和培養基在重力特徵、形態結構等方面肯定與在地面時有所不同。在太空中，幹細胞可以均勻懸浮、自由生長，且生長環境也較為穩定；這些都有助於實現幹細胞的產業化發展。

專家認為，通過實驗，人們可以對造血過程基因組學檢測、細胞重要信號通路起的作用等，進行進一步深入研究，為幹細胞研究提供新思路。此外，航員在太空環境下身體機能會發生改變，出現骨質疏鬆、貧血、心血管功能紊亂等多種疾病，「太空造血」實驗有助於分析航員罹患上述相關疾病的機制。

大公報記者劉凝哲

器官芯片：人體功能濃縮進方寸間



1. 從患者不同器官中分離細胞

血腦屏障芯片

• 模擬人類血腦屏障的生理複雜性和結構，為腦部疾病建模和血腦屏障功能障礙的評估等多種應用範疇提供堅實基礎

2. 利用幹細胞、編程技術將細胞（如心肌細胞）注入芯片

肺部芯片

• 模擬呼吸過程肺泡運動，構建肺疾病體外模型，為探討呼吸系統疾病提供研究平台

3. 製作「微縮器官」，實現各種人體功能模擬，用於藥物測試

心臟芯片

• 可模擬人體心臟的跳動頻率和幅度

優點：

- 降低藥物臨床試驗風險
- 在接受藥物治療時，很有可能因藥物副作用傷及人體器官，「器官芯片」有助評估藥物對病患影響，預防藥物中毒。

Q：器官芯片有何優勢？

A：人體器官芯片可提供比二維靜態細胞培養和動物模型更準確的藥物測試數據，在藥物篩選、疾病模型構建（如病毒性傳染病模型）和個性化醫療等領域有着廣泛的應用前景。美國FDA首次完全基於在人類器官芯片研究中獲得的臨床前療效數據，與已有的安全性數據相結合，批准一款在研療法進入臨床試驗。

器官芯片 Q&A

大公報記者 劉凝哲整理

器官芯片冷知識

類器官

• 即指其類似於組織器官，是在體外用3D培養技術對幹細胞或器官祖細胞進行誘導分化形成的在結構和功能上都類似目標器官或組織的三維細胞複合體，其具有穩定的表型和遺傳學特徵，能夠在體外長期培養。

器官芯片

• 融合了物理、化學、工程學和生物學等多學科方法，可在幾平方厘米大小的流控芯片上仿生構建多種人體組織器官的微縮模型，用來反映人體器官的關鍵結構與生物功能，在生命科學研究、疾病研究和新藥研發等領域具有廣泛應用潛力。

類器官芯片技術

• 針對傳統培養技術的限制缺點，幹細胞和發育生物學領域的專家聯合物理科學家和工程師們以期發展類器官研究中更先進的體外技術，目前處於該研究最前列的便是將器官芯片技術與類器官相整合而形成的「類器官芯片」技術。

內地「心臟芯」數據 獲准新藥臨床

前景廣闊

中國器官芯片的應用不斷發展，今年5月底，內地首個使用心臟器官芯片數據新藥已獲批進入臨床試驗。國家藥監局網站顯示，恆瑞醫藥HRS-1893片獲批開展臨床試驗。據了解，HRS-1893通過特殊機制抑制心肌過度收縮，擬用於治療肥厚型心肌病以及心肌肥厚導致的心力衰竭。

據介紹，人體器官芯片是通過幹細胞、生物材料、納米加工等前沿技術的交叉集成，在體外構建的器官微生理系統，可模擬人體不同組織器官的主要結構功能特徵和複雜的器官間聯繫，用以預測人體對藥物或外界不同刺激產生的反應。人體器官芯片可以重現人體器官的生理、病理活動，讓人們能夠直觀地觀察和研究機體的各種生物學行為，為了解新藥靶標的生物機制、為疾病的研究提供新的視角，同時為預測新藥的有效性和安全性、探索物種的差異性和意外的臨床表現提供了新的方法。

此項獲批的研究，其體外篩選工作是基於器官芯片技術評價藥物對心臟器官芯片收縮振幅及鈣瞬變值的影響，累計共篩選9批次上百個化合物。專家表示，此次合作高效率地完成了化合物體外活性和藥物選擇性的篩選，為後期的體內藥效實驗找到了候選分子。

大公報記者劉凝哲