

「隔離」讓科學與醫療精準化成為可能

# 空間的魔術師——隔離泡泡

「隔離」，因疫情影響，大家都不陌生，不僅用於防疫，更在科學家進行危險病菌對人體影響的研究，以及醫學上追求精準臨床醫療成效的過程中扮演關鍵角色。國家實驗研究院國家實驗動物中心策畫的「空間的魔術師——隔離泡泡」特展，引領民眾認識與探索無菌隔離操作箱技術的原理，以及臺灣在體內微生物研究領域多年來取得的成就。

撰文／鄒明珪 攝影／林宜賢 圖片／國家實驗研究院國家實驗動物中心隔離操作箱小組提供



你看過《愛情泡跳碰》這部電影嗎？由傑克・葛倫霍（Jake Gyllenhaal）飾演的主角吉米，從出生起就患有「複合型免疫不全症」（SCID），使他無法抵禦細菌和病毒的侵擾。為了生存，吉米被迫長期待在母親為他打造的無菌泡泡艙中，與世隔絕，而所有接觸物品也必須經過嚴格的滅菌消毒才能使用。然而，一位漂亮的鄰居女孩克羅伊打破他的平靜生活，吉米為了阻止她嫁人，勇敢地踏出泡泡艙……經歷重重的挑戰，吉米終於來到克羅伊的婚禮現場，帥氣地剝開泡泡的屏障，準備面對生命的終結。此時，吉米的母親才承認，他其實在 4 歲就已經具備免疫力，電影以歡樂的結局告終。

這部電影故事改編自 1971 年出生於美國休士頓的泡泡男孩——大衛・菲利普・維特爾（David Phillip Vetter）的故事。然而，與電影不同的是，大衛並未迎來美好的結局。相反地，在隔離泡泡空間中生活了 12 年後，他接受姊姊的骨髓移植，不幸感染姊姊骨髓中休眠且未被發現的病毒，因此結束短暫且行動受限的一生。



## 無菌隔離泡泡 醫學科研關鍵利器

泡泡男孩的故事並非個別案例，無菌隔離技術也不只應用於保護免疫力低下的病患。儘管生物普遍都有抵禦細菌、病毒危害的免疫系統，但不同的自然環境或生物體內存在的微生物，皆對生物體的健康影響深遠。像養樂多、納豆與泡菜等發酵食品內含有乳酸菌、納豆菌等好菌及其代謝物，不但可以促進腸道蠕動，改善腸道內的生態平衡，更能夠增強生物體的免疫力；沙門氏菌、大腸桿菌等病原菌，則可能造成人體腸胃不適，噁心、想吐及下痢等症狀，甚至帶來更嚴重的併發症。

為了了解體內微生物對生物體的影響，國家實驗研究院國家實驗動物中心（以下簡稱國研院動物中心）的研究團隊，悉心打造臺灣本土的隔離操作箱和「無菌鼠動物模式」。透過嚴格的隔離操作箱與微生物移植技術，讓無菌鼠能夠被改變為擁有單一菌或多種微菌組成菌相的實驗小鼠，協助科學家和醫師深入研究每一種微生物的特性和對生物體的影響性。



|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   | 3 |
| 1 | 2 |   |

1. 隔離操作箱技術可以協助科學家和醫師深入研究微生物特性和對生物體的影響性。
2. 無菌小鼠在無菌環境下剖腹產取出後，傳遞至隔離操作箱。
3. 國研院動物中心黃彥智博士創建臺灣本土無菌隔離操作箱技術，及無菌鼠動物模式，以更深入研究微生物的未知領域。

## 從零打造無菌空間 解密人體的「第二大腦」

為了打造無菌空間及產出無菌實驗小鼠，協助科學家與臨床醫師對體內微生物的研究，國研院動物中心的研究人員依序為隔離操作箱進行消毒，透過微生物檢測來確認箱內已完全無菌，再藉由高效過濾網來過濾空氣，讓隔離操作箱能保持無菌狀態。而無菌實驗小鼠則在無菌環境下剖腹產取出，再傳遞至無菌隔離操作箱內，由無菌鼠奶媽哺育或人工餵養的方式養大。過程中，研究人員必須定期進行微生物檢測，確認鼠寶寶體內外是無菌狀態，如此才能幫助研究人員更好地進行相關研究。

談起創建臺灣本土無菌隔離操作箱技術及無菌鼠動物模式的契機，國研院動物中心前瞻技術組隔離操作箱小組的小組長黃彥智博士說明：「我一直覺得用『一坨』來形容糞便的數量很傳神，因為糞便裡的微生物數量龐大，要一一挑選出來釐清它們對生物體的影響，有如大海撈針般困難；但若先建立無菌空間和實驗小鼠，再將不同的微生物與變因加回去，相對比較容易。」

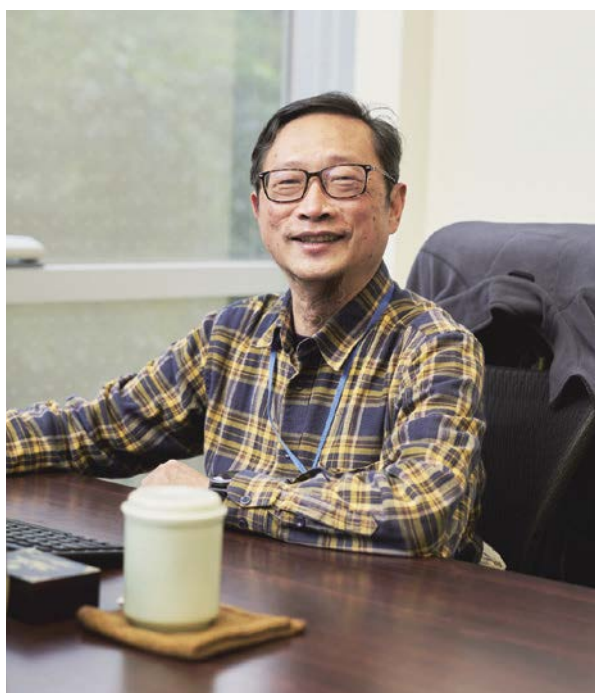
而與糞便形成緊密相關的人體系統，正是具有全身第二多神經元，被稱為「第二大腦」的腸道系統。黃彥智指出，腸道不僅是食物處理機，更是人體免疫系統的主力。除了可分泌多達 20 種不同的荷爾蒙和儲存人體 95% 的血清素外，腸道中所含的微生物數量幾乎等同於人體的全身細胞。這些微生物每分每秒釋放出許多與人體不斷交互作用的因子，不僅影響身體的新陳代謝、免疫系統等生理功能，更對情緒、自閉症等心理健康發揮關鍵性作用。

黃彥智進一步表示：「腸道菌的種類繁多，組成方式也極其複雜。直到近 10 年才發現，腸道菌與人類全身器官的功能息息相關，許多疾病的發生也與腸道菌相生態失衡有關。」包括比較直觀的腸道發炎、與飲食代謝相關的肥胖、糖尿病及心血管疾病，甚至是目前醫學上仍在尋找根治方法的阿茲海默症、帕金森氏症等腦部疾病。



|   |   |   |
|---|---|---|
|   | 2 | 3 |
| 1 | 4 |   |

1. 黃彥智認為，做研究不能以偏概全，任何變因都可能產生截然不同的實驗結果。
2. 無菌小鼠出生後，研究人員必須定期進行微生物檢測。
3. 由動物實驗中心同仁設計的生物安全操作櫃（BSC），在實驗完成能直接傳遞使用，降低汙染風險。
4. 展覽現場會展示如透明大泡泡般的隔離操作箱，民眾可穿戴實驗手套進行體驗。



## 建立良好飲食習慣 維持腸道菌相均衡

想要維持腸道菌相生態平衡該怎麼做呢？黃彥智指出：「建立良好的飲食習慣是關鍵。」就如同 2024 年 1 月在串流平台 Netflix 上線的迷你紀錄片影集《人如其食：雙胞胎飲食實驗》中所敘述的，在熱量控制的前提下，以肉類及乳製品為主的飲食相比，攝取植物性食物的飲食習慣不僅讓新陳代謝狀態更好，也能維持腸道內的益生菌比例，大幅降低低密度膽固醇（壞膽固醇）及內臟脂肪，保持身材。近年研究也指出，透過健康食品額外補充益生菌，並不易影響腸道環境，想讓身體更健康，可以多攝取高纖維和少油低鹽的植物性飲食，並盡量避免食用人工添加物及精緻糖。



在國研院動物中心多年努力下，臺灣在微生物方面的研究已取得顯著的成果。黃彥智也提醒，儘管隔離操作箱技術與無菌鼠動物模式，為實踐精準科學與醫療的目標提供新可能，研究人員仍需時時告誡自己不能以偏概全，因為只要稍稍有新的變因，就可能產生截然不同的實驗成果，這也是生物科學的奧妙所在。

### 親身操作與體驗 「隔離泡泡」國資圖展出中

生活中處處是科學，由國立公共資訊圖書館（以下簡稱國資圖）與國研院動物中心攜手舉辦的「空間魔術師——隔離泡泡」特展，以淺顯易懂的圖文影片說明，並展示有如透明大泡泡般的隔離操作箱，民眾可以穿戴實驗手套在魔術空間中體驗，一探科學家對隔離操作箱的具體操作方式及其在實驗研究中的應用，想要了解更多有趣的科學故事，千萬別錯過此次精彩的展覽，趕緊前往國資圖，一起探索生物科學的趣味吧！



#### ✦ 「空間的魔術師——隔離泡泡」特展

展覽時間：2024年3月26日（二）至2024年6月30日（日）

展覽地點：國立公共資訊圖書館總館2樓 數位美術中心