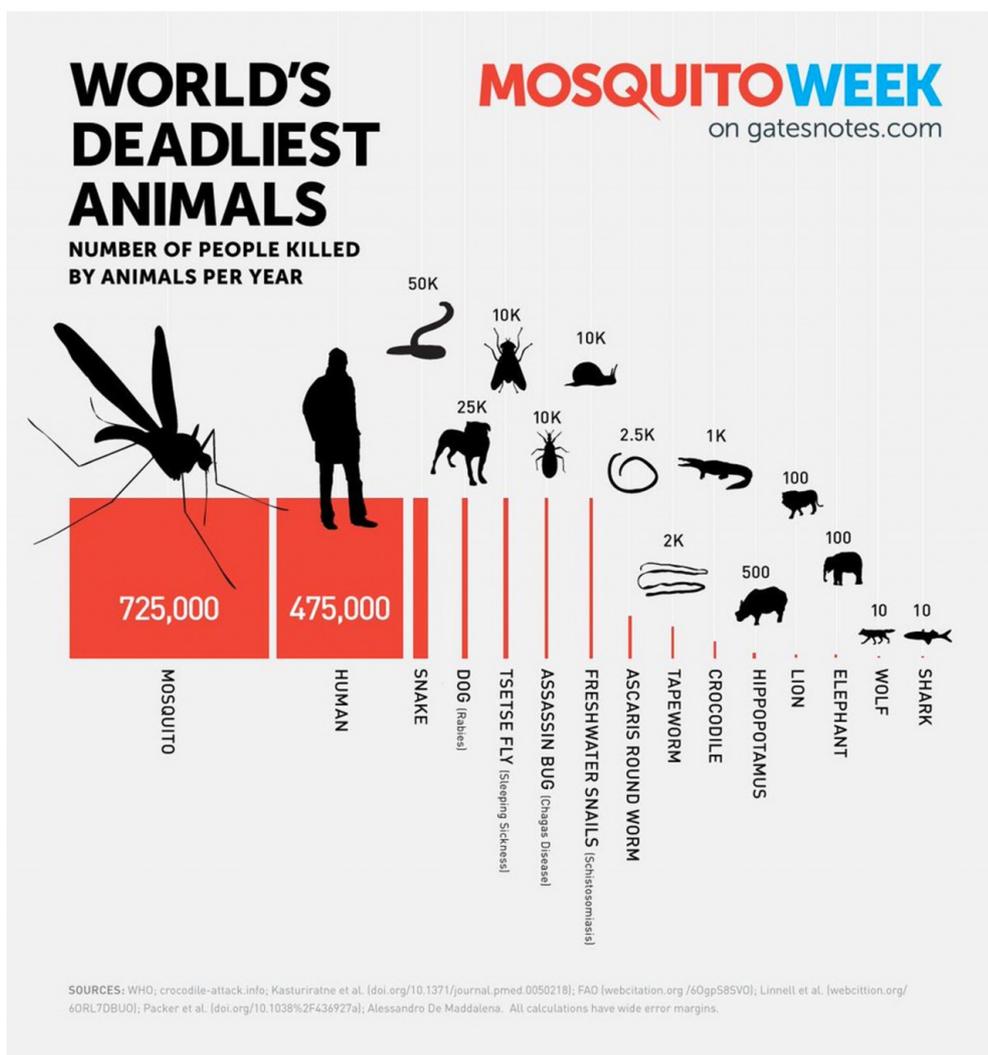




蚊子是如何成為黑暗中的吸血鬼

記者 李金福 報導

2019/10/20

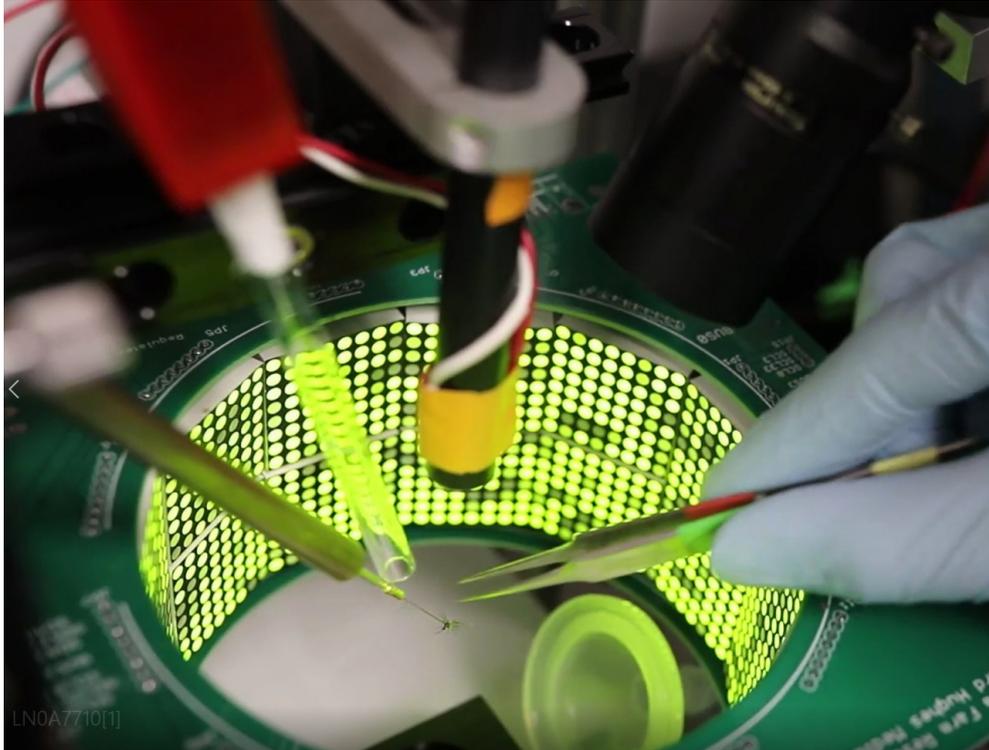


殺害人類的動物排行榜 (圖片來源 / [Tech-media-tainment](#))

根據世界衛生組織 ([World Health Organization](#)) 統計，在所有傳播疾病的昆蟲中，最大的威脅是蚊子，其傳播的瘧疾、登革熱和黃熱病每年總計造成數百萬人死亡和億萬起病例。蚊子傳播疾病，干擾美夢，留下一個又紅又癢的丘疹，不論人們怎麼藏，只要露了一點皮膚，蚊子總能逮到你。讓人恨得牙癢癢的蚊子，究竟是如何做到精準定位的呢？

靠味道尋找食物的吸血鬼

近期發表於Current Biology研究報告顯示，蚊子是利用視覺和嗅覺系統中的信號來識別和追蹤可提供養分的宿主。並且相較於視覺，牠更多利用嗅覺來尋找食物：對於蚊子來說，聞到二氧化碳的氣味表明附近可能有進餐的機會。



實驗中飛行模擬器的俯視圖 (圖片來源 / [UW NEWS](#))

根據研究報告華盛頓大學生物學教授Jeffrey Riffell指出：「我們的呼吸充滿了二氧化碳，蚊子可以對其約30公尺之內目標定位。」實驗中設計了一個直徑約18公分的小型圓形競技場飛行模擬器，對約250隻蚊子收集數據。飛行模擬器由視覺模擬部分、嗅覺模擬部分以及底部的光學傳感器組成。

一個360度、共由1536個LED管組成的視覺模擬器，模擬蚊子所看到的東西。圖中透明真空管則會向蚊子運輸二氧化碳做為嗅覺刺激。下方則由光學傳感器收集數據，透過頂上光源照映蚊子翅膀所產生影子的每秒振動頻率、震幅以及方向變化。

嗅覺刺激對於蚊子行為的影響，相比於沒有二氧化碳的對照實驗結果顯示：蚊子接觸二氧化碳氣體1秒後，蚊子翅膀振動頻率增加近10Hz、震幅增加了近0.4，方向大約只有0.2。

視覺刺激對於蚊子的行為有什麼影響？實驗結果發現散狀星型場視覺元素對蚊子的行為影響很小。但是，當飛行模擬器LED顯示水平移動的長方形幾何圖形時，蚊子翅膀震動頻率便增加，並有同幾何圖形移動方向轉向的趨勢，如期間釋入二
國立交通大學機構典藏系統版權所有 Produced by IR@NCTU

氧化碳，則反應更為激烈。

研究者通過數學模型對數據分析得出結論：「二氧化碳會影響蚊子轉向不在其飛行路徑中的物體的能力，當聞到二氧化碳與沒有二氧化碳的情況相比，它們本質上會變得更快、更容易轉向視野中的物體。」

吸血鬼的吸血行為大解析

利用鈣成像技術得出的測試結果 (影片來源 / [YouTube](#))

研究人員為了探索蚊子的視覺刺激和嗅覺刺激到底誰主導，設計了第二個實驗。此實驗中用到了「鈣成像」技術，是一種利用鈣離子指示劑，直接測量神經元或神經元組織中鈣流動的技術。

神經元就是我們常說的「神經細胞」，是神經系統中最基礎的單位，負責接受、傳遞，整合我們從外界或取得各類信息。所以，測量神經元中鈣離子濃度的變化，可以間接判斷神經元的工作狀態。

藉助這一技術，利用雙光子顯微鏡，標記了蚊子腦部，即包括視葉、觸角葉在內的59處相關神經元區域。經過研究結果得知單獨地給予蚊子嗅覺刺激，相比視覺刺激，反應曲線最大值高了0.3，說明嗅覺對蚊子的刺激高於視覺。

而先單獨給予蚊子嗅覺刺激，再加上視覺刺激，神經元的反應在嗅覺部分持續性升高，狀態一直保持到二氧化碳消失，即嗅覺刺激消失。當只剩下視覺刺激時，神經元的反應處於較低水平。

如果先單獨給予視覺刺激，再加上嗅覺刺激，神經元的反應在視覺部分刺激起伏不大。當釋放二氧化碳氣體大約1到2秒後，神經元的反應活動呈現劇烈上升的趨勢，直到刺激結束。

Riffell得出結論：「氣味必定觸發視覺，但視覺不會觸發嗅覺。」

實驗證明嗅覺刺激的反應似乎遠遠高過視覺刺激，也就是說，晚上會被蚊子叮咬，是因為蚊子依循著人身上的乳酸和二氧化碳的氣味找到我們，而不是看見。這也間接的解釋利用視覺刺激設計的滅蚊燈效果為何不好，尤其是在沒有什麼光源的室內睡覺時。

更改基因 讓天生的吸血鬼從良



雌性埃及伊蚊的頭部觸角特寫 (圖片來源 / [Physorg](https://www.physorg.com))

從1960年代開始，科學家就發現乳酸是吸引蚊子的關鍵，但幾十年來一直無法破解其中的機制。研究人員發現雌性埃及伊蚊會依靠二氧化碳、乳酸、熱量和濕氣一系列提示感官信息來尋找目標宿主。

這個機制的關鍵就在蚊子的觸角中，稱為「Ir8a」基因的嗅覺輔助受體。研究結果顯示，去除蚊子身上的「Ir8a」，可減少蚊子對人類約50%的吸血行為，還發現可以增強目前市面上的驅蚊劑（如DEET或Picaridin）的功效。

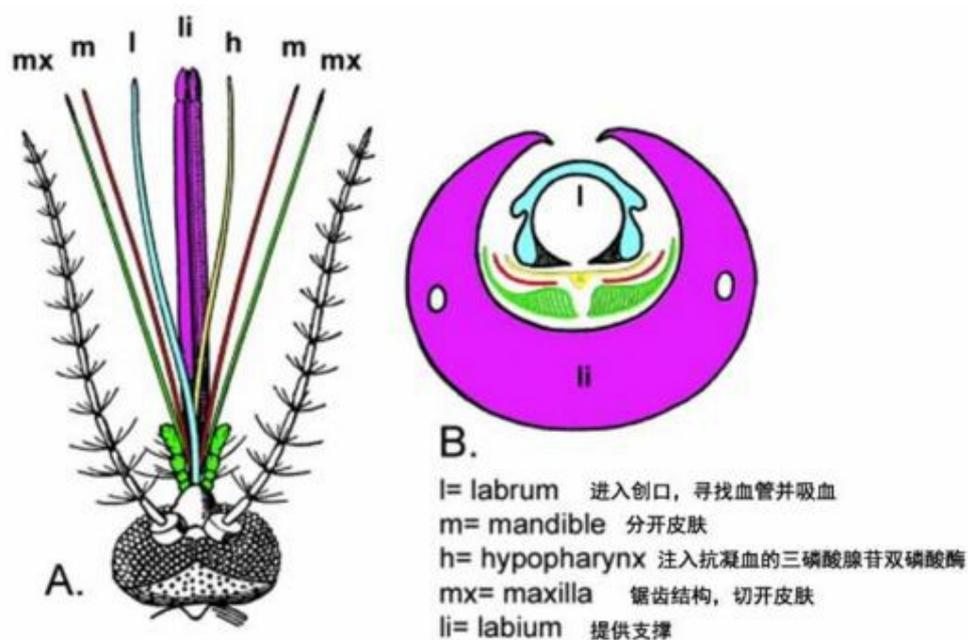
實驗被廣泛稱為「離子型受體」的受體，特別是「Ir8a」，在通過使用「CRISPR / Cas9基因編輯系統」破壞了埃及伊蚊的Ir8a基因，隨後進行測試輔助受體與人類氣味檢測中的相對作用，結果會如何？

相比實驗中的野生型蚊子，Ir8a突變體的蚊子對乳酸興趣低落，也無法分辨人體氣味中其他酸性成分，對人體氣味的反應減少，但對二氧化碳和熱能的反應卻沒有變化。

研究進一步表明，因為二氧化碳會使蚊子對人體的氣味敏感，所以各種受體之間的相互作用非常重要。研究還強調了檢測人類酸性揮發物（乳酸是其中一種）對昆蟲捕食人類能力中扮演重要角色。

人竟然會因吸血鬼吸血而死

蚊子除了傳播瘧疾、登革熱和黃熱病的疾病之外，在中國古代的安徽有一種刑罰叫做「蚊刑」。蚊刑的執行流程是，把被處刑的人上衣剝去捆好，用船運到臭水湖讓被綁住的人任其蚊子叮咬，一天之後基本上都會死於超敏反應引發的休克。



蚊子口腔功能詳圖（圖片來源 / insectcop）

蚊子口器沿著血管插入過程（影片來源 / [YouTube](https://www.youtube.com)）

蚊子的口器用來叮咬人類，吸我們的血，日後還用它來輔助產卵。口器的構建非常複雜，雖然整體又細又小，但卻包含6個不同部分。蚊子進行叮咬必須至少在人類皮膚上停留約6秒鐘才能吸收血液，而此時口器運作過程非常繁複：一組尋找適合地點刺進皮膚、一組提供固定支撐，一組的其中一根專門往人肌肉裡注射蛋白質等化學物質（也就是蚊子唾液），實現抗凝血和麻醉效果，另一根則是吸血。

不幸的是，蚊子唾液還是傳播瘧疾或西尼羅河病毒等疾病的主要方式，而且幾乎所有人都對蚊子的唾液過敏。當人類對某些東西過敏時，身體會產生組織胺，這是引發炎症的蛋白質，也就是說，蚊子叮咬會癢是因為「人類對蚊子的唾液過敏」。

而會死人的原因是超敏反應引發的休克。「超敏反應引發休克」是抗原與全身多位點結合，導致的全身炎性反應，組織水腫、低血容量性休克，最終導致器官衰竭。低血容量是指血漿滲出血管，而血細胞仍在血管裡原地不動。

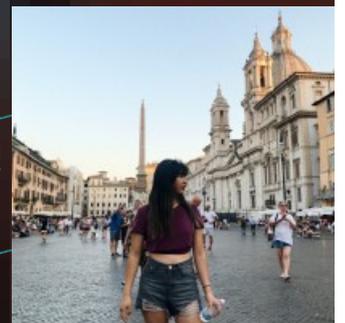
蚊子對於人類可以說是最危險的動物，目前生物界前沿著重尋找蚊子叮咬人類的關鍵基因和探索從基因阻斷傳染病一勞永逸的方法。大家平時也要注意做好驅蚊、防蚊措施，避免暴露在以蚊子為媒介的傳染病風險中。

縮圖來源：[thiago.lehmann](https://www.thiagolehmann.com)

關鍵字：科普、昆蟲、蚊、Ir8a、吸血鬼、傳染病



記者 李金福



編輯 林怡恩