

王道還

雄核生殖

希臘神話中，有一個叫做亞馬遜的女人國。她們是戰神阿瑞斯（Ares）與森林女神哈默妮的後裔，可是性情顯然來自父親—殘酷、好鬥。據說她們會殺死男嬰，只撫養女兒。不過那些女人是怎麼懷孕的，神話沒有提供任何線索。生物學家在自然界倒是發現了許多「孤雌生殖」的例子，雌性的卵子不需受精也可以發育成胚胎。大家最熟悉的例子是膜翅目昆蟲（蜜蜂與螞蟻）—受精卵發育成雌性；沒有受精的卵發育成雄性。

「孤雌生殖」令人好奇有沒有「孤雄生殖」的例子？這就涉及雌性與雄性的差異了：雌性生產的配子（生殖細胞）可能發育成胚胎；雄性不行。理由很簡單，精子（雄性配子）中只有細胞核，沒有其他胞器，而卵子是完全的細胞。

不過生物學者發現，有些物種的雄性已演化出特別的機制，能夠控制卵子，使卵細胞核中的基因組不會遺傳給子女。結果子女的核基因組完全來自父系。這叫做雄核生殖（*androgenesis*），而不是孤雄生殖，因為精子仍然需要卵子的細胞「借殼上市」，因此也稱為生殖寄生（*sexual parasitism*）。

實行雄核生殖的物種並不多，主要是植物。在動物界，已知的例子全是無脊椎動物如昆蟲、蜆（軟體動物）。在實驗室中，以來自其他細胞的細胞核植入去核卵子的技術早已成熟，但是學者仍然沒有在野外發現實行雄核生殖的脊椎動物，最近一個葡萄牙團隊才發現了第一個例子。

話說伊比利半島上的鯉魚（*Squalius alburnoides*）是雜交種。一開始，雌魚與其他屬的雄魚雜交，然後那種雄魚滅絕了，於是牠們的後代與母系同一屬的物種雜交。這個起源令人驚訝，因為中學生物學課本告訴我們：一個物種不能與其他物種雜交，那是物種的定義；即使雜交，雜種也沒有生育能力，如騾。理由之一是：不同物種的染色體數目不一樣，精卵即使結合，染色體無法匹配，便無法指揮受精卵發育成胚胎。

可是那種伊比利鯉魚演化出了解決方案：成年個體有的有兩套染色體，有的三套，有的四套；有些雄魚生產的精子帶有單套染色體，有些雙套，有些三套。研究人員推測，只要受精卵裡出現一對可匹配的染色體，無論它們的來源，就可能順利發育成胚胎。

於是他們做了一個實驗：在野外捕捉伊比利鯉魚與同屬的另一物種，放到人工池塘中任其自由繁殖，不加干涉，然後捕捉 100 條仔魚檢驗基因組（核 DNA 與粒線體 DNA）。結果研究人員發現其中一條的基因組完全來自精子。那是脊椎動物自然發生雄核生殖的第一個例子。

至於精子以什麼方法排除卵子的核基因組，目前還不清楚。

參考資料：Morgado-Santos, M., et al. (2017) First empirical evidence of naturally occurring androgenesis in vertebrates. *R. Soc. Open Sci.*, 4, 170200; DOI: 10.1098/rsos.170200.



卵子不必受精也可能發育成胚胎，例如螞蟻等膜翅目昆蟲。精子不是完整的細胞，因此不可能發育成胚胎。（圖片來源：種子發）

麋鹿

麋鹿是體型最大的鹿。在野外，雄鹿很少活過 5 歲，因為牠們有巨大、壯觀的鹿角，是獵人的頭號目標。因此年紀大的麋鹿全是雌鹿，可能活到 20 歲。而且牠們只要能活過 9 ~ 10 歲，似乎就再也不會遭到獵殺的劫數。這是因為牠們天性謹小慎微，還是牠們能從閱歷中學習，懂得變通，因而能活到高壽？

加拿大亞伯達大學的團隊追蹤 49 隻野生雌鹿，至少連續兩個狩獵季節。研究人員發現，雌鹿的行為會隨著年齡增長而變化，例如移動速率下降（降低遇見獵人的機會）、盡可能停留在安全地區，那些都是躲避獵人的策略。換句話說，雌鹿能夠逃脫獵殺不只是生性謹慎，牠們還能從經驗中學習。麋鹿成群活動，每次遭遇獵人，對大部分倖存者都是學習的機會。要是農人利用這一點，只消殺一儆百，便可能使麋鹿不敢接近農地。

參考資料：Thurfjell, H., et al. (2017) Learning from the mistakes of others: How female elk (*Cervus elaphus*) adjust behaviour with age to avoid hunters. *PLoS ONE*, **12**(6): e 0178082.



雄鹿有巨大的鹿角，是獵人的頭號目標，因此活不到高壽。（圖片來源：種子發）

蝙蝠是冠狀病毒淵藪

2003 年，SARS（嚴重急性呼吸道症候群）從香港侵入我國，造成 73 人死亡，全球 774 人。2012 年，中東爆發 MERS（中東呼吸道症候群）疫情，已有 640 人死亡。它們的病原都是冠狀病毒。由於有許多證據顯示那些病毒來自野生動物，美國哥倫比亞大學公衛學院的團隊赴亞、非、拉美三大洲 20 個國家的「熱點」—易爆發疫情的地點—採集與 MERS 有關的病毒。

研究人員捕捉了約 12,300 隻蝙蝠、3,400 隻齧齒類、3,500 隻猴子，結果，1 / 10 蝙蝠（包括 12 科 282 個物種）體內檢出與 MERS 有關的冠狀病毒，其他動物只有 0.2%；合計找到 100 種不同的病毒。

分析那些病毒後，研究人員得到兩個結論。第一、病毒的地域變異性與蝙蝠的變異性相關：蝙蝠種類越多的地方，不同的病毒越多，例如亞馬遜雨林。這表示病毒適應寄主的壓力非常大。第二、拉丁美洲的病毒比較不可能侵入人體，因為牠們只能在同科或同屬物種間流竄。能在血緣疏遠的物種間傳播才可能侵入人體作怪，那種病毒舊世界比較多。

研究人員強調，他們並不因而主張撲殺蝙蝠，因為只有極小比率的冠狀病毒會成為人類病原。何況世上有 1,200 種蝙蝠，在生態系扮演重要的角色，不容輕舉妄動。不過，這些發現都是未來部署監控目標的重要線索。學者對與 SARS 有關的病毒正在做同樣的調查。

參考資料：美國哥倫比亞大學公衛學院 6 月 12 日新聞稿，見網頁 <https://www.mailman.columbia.edu/public-health-now/news/bats-are-major-reservoir-coronaviruses-worldwide>.

舊石器時代的牙齒

人類史上，最近 300 萬年是舊石器時代。直到 1 萬年前，才有少數社會進入新石器時代，過定居的農業生活。在舊石器時代，人生活在狩獵—採集社群中，人口少、不定居。關於農業，在 19 世紀以及 20 世紀上半葉，學者與知識大眾都假定那是人類史的里程碑、文明史的起點。兩次世界大戰之間，英國考古學家柴爾德（V. Gordon Childe, 1892–1957）宣傳這個看法不遺餘力。

第二次世界大戰後，新一代考古學家利用新的工具、新的眼光分析古人的遺址，開始察覺農業帶來的災難：階級分化、健康惡化。其實農業對一般人而言，直接的後果是生活品質下降。

到了 20 世紀末，富裕國家的人民為富貴病所苦—長壽、老化、三高造成的病痛—健康意識提高，講究養生之道。有些人甚至懷念起舊石器時代的生活。美國便有人提倡所謂舊石器時代飲食法，他們假定我們面臨的健康問題以農業為禍首。因為農業造成了飲食革命，飲食內容發生重大變化，主食以澱粉類為主，每日進食的植物種類也少了許多。結果之一，人開始受齲齒之苦。

因此，兩年前美國古人類學者昂格（Peter Ungar）到東非坦桑尼亞檢查狩獵—採集族群哈札（Hadza）人的牙齒後，大吃一驚，因為許多人都是一口爛牙。哈札人為昂格上了一課。4 月下旬，他與同事在美國體質人類學會年會發表報告，描述哈札人轉變生活方式之後，口腔健康發生的變化。簡言之，農產品改善了男性的牙齒健康，給女性帶來的卻是災難。他們指出文化習俗與實際的飲食內容比「狩獵—採集還是農業」的名義還重要。

哈札人人口大約 1 千，只剩 150 人仍然過著傳統生活，在森林中狩獵、採集食物。男人除了狩獵動物外，還採集蜂蜜、蜂蛹；女性除了採集各種植物蔬果外，還會挖掘富含纖維的地下根莖。

與在村子裡過農業生活的同胞比較，男人的齲齒率比較高一超過一半—因為他們吃了許多蜂蜜，「吃到脫水的地步」。他們的牙齒往往沾著蜂蠟，那可能會加速蛀洞形成。而生活在林子裡的婦女，飲食包括富含纖維的地下根莖，齲齒率不到兩成，口腔健康最佳，部分原因是附著在地下根莖表面的砂礫能清除牙齒表面的食物渣。住在村子裡的婦女，以玉米等碳水化合物為主食，齲齒率高達 42%。

參考資料：Gibbons, A. (2017) In surprise, tooth decay afflicts hunter-gatherers. *Science*, 356, 362.



對狩獵—採集族群，地下根莖表面的砂礫有清潔牙齒的功能。（圖片來源：種子發）

良藥未必苦口

寄生腸道的細菌必須解決的難題之一，是抵抗腸道蠕動、駐守在腸道裡。美國（聖路易）華盛頓大學的團隊研究一種特異的大腸桿菌（UPEC），發現了牠們堅守崗位的祕密。

UPEC 的特異之處是，在大腸中牠們與一般共生菌無異，但是要是隨著糞便排出，沾染尿道附近，伺機侵入尿道，便會引起發炎，感染甚至會蔓延到膀胱、攝護腺、腎臟。學者發現，UPEC 表面的一種 CUP 線毛（type 1）會與膀胱表面的聚醣結合，建立灘頭堡，再擴張感染區域。因此華盛頓大學的團隊根據這個線索，以小鼠做實驗，企圖釐清 UPEC 駐守腸道的機制。

研究人員發現，CUP 線毛中有兩種是使 UPEC 固著在大腸中的功臣。一種（type 1）與膀胱感染有關，前面提過，這次的新發現是：它也涉及 UPEC 在大腸中的駐守機制。另一種 CUP 線毛則與尿道感染無關。然後研究人員把兩種線毛尖端的黏著蛋白純化，證明它們能與宿主細胞表面的兩種聚醣結合。

接著研究人員讓小鼠吃下一種甘露糖苷，破壞 UPEC type 1 線毛與大腸表面的結合，因為那種甘露糖苷與線毛黏著蛋白的親和性比較高。結果 UPEC 便無法在大腸中久留。甘露糖苷對尿道感染也有療效，可能是因為腸道吸收的甘露糖苷經由血液送到膀胱的尿道上皮細胞，破壞了細菌線毛與上皮細胞的連繫。其實，只要大腸的 UPEC 減少了，有機會感染尿道的細菌自然就減少了。

細菌引起的尿道感染是最常見感染疾病，每年全球有 1 億 5,000 萬人因而受罪。2007 年，美國有 200 ~ 300 萬次急診是尿道感染引起的；在美國，尿道感染的社會成本估計一年達到 35 億美元（包括醫療費用與工損）。即使使用抗生素治療，仍然有 3 到 5 成的病人一再復發，特別是婦女。而對抗生素有抗藥性的菌株逐漸浮現、擴散，成為公衛的棘手問題。

以甘露糖苷破壞 UPEC 在大腸中的據點、治療尿道感染，不依賴抗生素，又似乎不會破壞腸道菌群的結構特徵，正是理想的新療法。我們期望這個研究成果很快便能轉化成人體實驗。同時，還應研究其他腸道共生菌的駐守機制，以方便評估這個新療法的可行性。

參考資料：Ben-Avraham, D., et al. (2017) The GH receptor exon 3 deletion is a marker of male-specific exceptional longevity associated with increased GH sensitivity and taller stature. *Science Advances*, 16 Jun 2017 : E1602025.

王道還

生物人類學者（已退休）

