

自然災難的記憶

1965年9月，一個強烈颶風襲擊美國紐奧爾良，造成龐大損失，以當年幣值計算，超過14億美元。那個颶風芳名Betsy，美國路易西安那州長當年便要求氣象單位把她從颶風花名冊上除名；他誓言以後不會重蹈覆轍。他的意思是：Betsy造成慘重損失，是因為大家沒有事先做好準備—從防災到氣象預報都失職。

沒想到40年之後，也就是2005年8月底，超級強烈颶風卡崔納（Katrina）襲擊紐奧爾良，狂風暴雨造成的水位暴漲加上潰堤，8成市區被水淹沒，損失超過700億美元。最讓人痛心的是，這次也是因為人謀不臧。

一個布拉格團隊把時間拉長，想知道紐奧爾良的例子是否歷史常態。換言之，研究人員想測驗黑格爾的名言：歷史的教訓是，人不會從歷史學得教訓。

研究人員針對中歐的一條著名河流，摩爾道河（Moldau），蒐集沿岸的水災紀錄。（註：19世紀捷克國民樂派作曲家斯梅塔納，在《我的祖國》交響詩組曲中吟詠的那一條河。）

研究人員分析了摩爾道河流域1,300個小城與村莊的紀錄，有的來自歷史材料，有的來自考古發現（例如碳14年代），搜尋過去900年的「大水災」，結果找到了7次一百年難得一遇。第一個發生於1118年（北宋徽宗重和元年），最近的一次在1845年（清道光25年）。

每一次大水災發生之後，「河岸建築線與河面正常水位的垂直高度」都比過去高，反映了受災戶「心有餘悸」。可是這個做法只維持了25年（一個世代），因為日久生玩。當年受災戶的孫輩便開始把建築線向下移動—比較接近河岸。理由之一是，接近河岸的位置景觀好、價值高。

當地居民在做決定的時候，水災的風險當然會納入考量，但是創傷記憶會被時間沖蝕，最後淡忘，是人情之常。令研究人員驚訝的是：遺忘的速度居然那麼快。更讓人意外的是：遺忘不是因為沒有人留下紀錄。當年的受災戶與相關人士，甚至外人，都留下了大量紀錄，可歌可泣的故事、見聞所在多有。

事實上，許多遭大水災肆虐的地方，當時的河面水位都刻在河岸上，當地人不可能沒有看見。可是，那些證據顯然不夠力。記取歷史的教訓需要身歷其境的感動，受災戶現身說法還不夠，他們必須感動聽眾。

可惜，即使有稱職的見證人，他們的記憶也會自然衰退。

參考資料：Fanta, V. et al. (2019) How long do floods throughout the millennium remain in the collective memory? *Nature Communications* 10, Article number: 1105.



人遭遇壓力時，特別喜愛好吃的食物。(圖片來源：種子發)

壓力導致肥胖

面臨壓力時，無論心理的還是生理的，身體都能保持恆定。可是那些「維穩」機制主要是應付緊急狀況用的，身體若長期處於壓力狀態，那些機制反而可能造成傷害：許多器官系統、生理過程因而失調。動物實驗的結果顯示，長期處於壓力中，食欲會下降，例如大鼠。有趣的是，若提供大鼠「可口的」食物，例如高糖、高脂飼料，壓力反而會促進食欲，使體重上升。人也是這樣，遭到壓力時特別喜愛好吃的食物。

澳洲雪梨的一個團隊為了理解「壓力促進食欲」的機制，以小鼠做實驗。實驗組生活在壓力中：與其他小鼠隔離，而且生活得不舒適（在地板上有水的籠子裡待 1 小時，一星期 3 次）。對照組生活在正常的實驗室環境中。每一組再分為兩群，有的吃普通食物，有的吃高脂食物。

兩星期後，吃普通食物的小鼠體重並沒有差異。但是吃高脂食物的小鼠，壓力組體重較重，因為牠們吃得較多。進一步分析後，研究人員發現：小鼠杏仁核（與情緒有關）因為壓力而產生的反應會促進食欲。

這個實驗的教訓是：生活在壓力下，更要講究食物內容。

參考資料：Ip, C.K. et al. (2019) Amygdala NPY circuits promote the development of accelerated obesity under chronic stress conditions. *Cell Metabolism* **30**, 1-18.

銀髮族需要補充維生素 D 嗎？

維生素 D 是流行的老年人營養補充品，因為缺乏維生素 D 可能導致骨骼疏鬆，影響肌肉功能，摔跤、骨折的風險因而提升。不過臨床實驗的結果卻不一致。根據 2014 年的一篇整合分析，不缺乏維生素 D 的老人不必「補充」維生素 D。

因此一個英國團隊找了 379 位居家老人做雙盲實驗，評估口服維生素 D 與骨密度的關係。那些老人家都年過 70，平均 75 歲，女性占 48%。研究人員把他們隨機分為 3 組，供應口服維生素 D，一個月一次，劑量相當於每日 400、800、1,200 IU。（我國國健署建議量：長者每日攝取 600 IU。）這 3 組在其他方面都相似，包括身高、體重、血壓、骨密度、血液維生素 D 濃度。

1 年後，研究人員解盲後發現，那些老人家的血液維生素 D 濃度與服用劑量呼應，但是骨密度（BMD）沒有差異。不過也沒有發現什麼副作用。

換言之，老年人沒有必要刻意補充維生素 D。但是這個實驗無法回答：補充維生素 D 是不是阻止了骨質流失，因為沒有安慰劑對照組。

參考資料：Aspray, T.J. et al. (2019) Randomized controlled trial of vitamin D supplementation in older people to optimize bone health. *Am. J. Clin. Nutr.* **109**, 207-217.

死豬頭裡有個活的腦子？

美國耶魯大學醫學院的一個團隊到屠宰場買下新鮮的死豬頭，加急送回實驗室取出腦子，連上特製的維生系統，供應氧氣、營養。那時豬已死了 4 個小時。接下來 6 個小時，研究人員做了一系列觀察。

在細胞層次上，接上維生系統的腦子能維持原有的結構，而對照組的腦細胞已開始崩解。接著發現有些細胞已重新啟動了正常的代謝活動，研究人員也能啟動一些神經膠細胞的免疫功能。一些神經元的突觸結構保持完整。進一步的實驗顯示，那些神經元的電生理學特徵仍然存在，對電的刺激有反應。也就是說，它們能接收或傳遞神經衝動。

不過研究人員強調，他們觀察的是一個個的細胞，整個過程中並沒有觀察到涉及「大腦整體」的活動，例如腦波—「活的腦子」必然有的生理現象。事實上，研究人員刻意抑制了神經元的激發機制，以避免意外。（例如癲癇就是局部腦組織過度活躍、不受約束的後果。）他們明白指出，使死豬腦的神經生理活動復甦，並不等於恢復大腦功能。研究人員顯然想與換頭、大腦移植等不切實際的點子劃清界線。

根據常識，腦子只要缺氧幾分鐘，就會發生不可逆的損傷。耶魯醫學院的這個研究提醒了我們：腦子也許比我們想像的強健得多。

參考資料：Reardon, S. (2019) Pig brains kept alive for hours outside body. *Nature* **568**, 283-284.

鱷魚的「壓艙石」

鱷目在白堊紀晚期演化出現，現生物種中牠們與鳥類的血緣最近。鱷魚什麼都吃，鯊魚、金桔、石頭，似乎來者不拒。可是對於石頭在鱷魚消化道裡的功能，至今仍無定論。

許多脊椎動物的消化道裡都有石子，例如鳥兒嗉囊裡的小石粒，是有意吃下，以協助磨碎食物。也有可能是動物的吃相難看，狼吞虎嚥、囫圇吞棗，才會意外吃下石頭。不過早在 19 世紀初，著名自然學者洪堡德（Alexander von Humboldt, 1769–1859）就記錄下美洲原住民的智慧：鱷魚吃下石頭是為了增加體重。因為鱷魚大部分時間都待在水中，或準備獵食，或逃避敵害，凡有助於沉下水面的物事都有助於存活。這個「壓艙石」（ballast）假說，大家津津樂道，卻沒有直接的實驗證據。

於是美國猶他大學的團隊買了 7 隻未成年的美洲鱷魚（*Alligator mississippiensis*）做實驗。牠們的體重平均 380 公克，研究人員讓每一隻鱷魚都吞下直徑小於 1 公分的花崗岩岩粒，總重量相當於體重的 2.5%。實驗的內容很單純，就是在餵食岩粒的前後，觀察、記錄每隻鱷魚的下水次數與時間。然後比較餵食岩粒之前的 21 次與之後的 21 次。

結果，雖然牠們吃下的岩粒重量只有體重的 2.5%，但是潛水時間平均提升了 88%—超過 5 分鐘。最長水下時間的平均值增幅更大：117%，接近 14 分鐘。吞下岩粒之後，每一隻鱷魚的最長潛水時間至少提升了 5 分鐘。

研究人員推測，鱷魚在下水之前，肺部空氣裝得越滿，在水下待的時間越長。可是，肺部空氣裝得越滿，浮力就越大，越需要壓艙石。（註：船隻若載重不足、吃水不深，便容易受水面風浪擺布，因此需要在艙底安排壓艙石。）

參考資料：Uriona, T.J. et al. (2019) Lithophagy prolongs voluntary dives in American alligators (*Alligator mississippiensis*). *Integrative Organismal Biology* **1**, <https://doi.org/10.1093/iob/oby008>

遞移推論

甲比乙高，乙比丙高，誰最高？丙還是甲？

要是你回答「甲」，恭喜你，答對了。你展現了「遞移推論」(transitive inference) 的能力，也就是根據先前的間接資料做正確的推論。不過，科學家研究過的動物中，脊椎動物似乎都有這種能力，只是過複雜社會生活的物種正確率比較高。例如鴉科的兩個物種，一個社會生活比較複雜，另一個較不複雜，結果社會生活比較複雜的美洲藍頭鴉正確率較高。

至於無脊椎動物，過去學者研究過蜜蜂。根據 2012 年的一篇報告，蜜蜂的「遞移推論」能力很差，研究人員推測那是因為牠們的神經系統太小：蜜蜂腦子只有 100 萬個神經元，人腦有 850 億，有些鳥兒有 10 億。另一個可能是：蜜蜂不需要這種能力，因為牠們的社會生活用不上：畢竟工蜂不生殖，也不形成階層組織。那麼其他的社會昆蟲呢？

於是美國密西根大學的團隊以長腳蜂 (*Polistes*，屬於胡蜂科) 的兩個物種做實驗。選擇這兩個物種，一方面，牠們的腦子與蜜蜂差不多大。另一方面，牠們的社會生活比蜜蜂複雜：社會分階層，個體的生殖、工作量與食物都由地位決定。

每一年春天，雌性長腳蜂都會花許多時間鬥毆，圍觀的也不少。由於眾目睽睽，勝負大家都有數，也都會記得——因為那是決定個體地位的根據。強者為王，弱者工作。

研究人員想知道的是，一隻胡蜂打敗了甲，過了幾天牠親眼看見甲輕鬆擊敗了乙，牠是不是能夠推論：自己也能擊敗乙？於是研究人員訓練胡蜂，讓牠們學習顏色之間的強 vs. 弱：例如藍勝綠、綠勝紫。等學會了 5 種顏色中 4 對顏色的強弱關係，再出示從未成對出現過的兩個顏色，讓胡蜂選擇勝者。結果受試者的正確率超過 2/3 (大約 67%)。也就是說，先前的訓練使胡蜂建立了 5 種顏色的階層關係，因此可以判斷任何兩種顏色的勝 vs. 負。

對於這個研究，美國匹茲堡大學的認知哲學家亞倫 (Collin Allen) 提醒我們：不要過度解釋結果，因為給胡蜂的作業太單純了，因此很難弄清楚牠們的判斷策略。不過，亞倫認為這個研究提醒我們：不要因為蜜蜂無法正確判斷，就認為所有昆蟲都無法判斷。

也許我們還應記住：別以為人能做到的事，所有的昆蟲都做不到。

參考資料：Tibbetts, E.A. et al. (2019) Transitive inference in *Polistes* paper wasps. *Biol. Lett.* 15, 20190015.



能夠「遞移推論」的雌性長腳蜂 (credit: Didier Descouens)。

王道還

生物人類學者 (已退休)