

黑天鵝的羽囊

(The feather follicle of black swan)

長庚醫院腎臟科 謝君儀醫師

2010 年「黑天鵝」一片獲得奧斯卡金像獎最佳女主角獎，2/18 出刊的 *Cell* 在其 Leading edge 專欄以 *Cell Culture* 為題，將奧斯卡入圍影片與重要的生物醫學研究互相連結，既有娛樂性又有科學性，茲將該文部分擇譯，以饗讀者。

驚悚片「黑天鵝」中芭蕾舞星 Nina 深為不明原因的幻覺所苦。這位芭蕾舞新星努力尋求擔任 Tchaikovsky 天鵝湖劇中的天鵝皇后一角，令人意外地從他的皮膚毛囊中竟然長出了黑色羽毛。真實世界中這種情況顯然不可能發生，因為在爬蟲類身上，毛髮及羽毛分別在約 2 億 5000 萬年前及 1 億 7500 萬年前各自獨立演化形成。不過根據鍾正明教授 (2005) 的研究，毛髮及羽毛這些皮膚附屬器官卻有著驚人的雷同性，例如毛髮及羽毛的毛囊 (hair follicle) 邊緣都有一群多能性幹細胞 (multipotent stem cell)，負責在生長與脫落的周期中執行再生的工作。

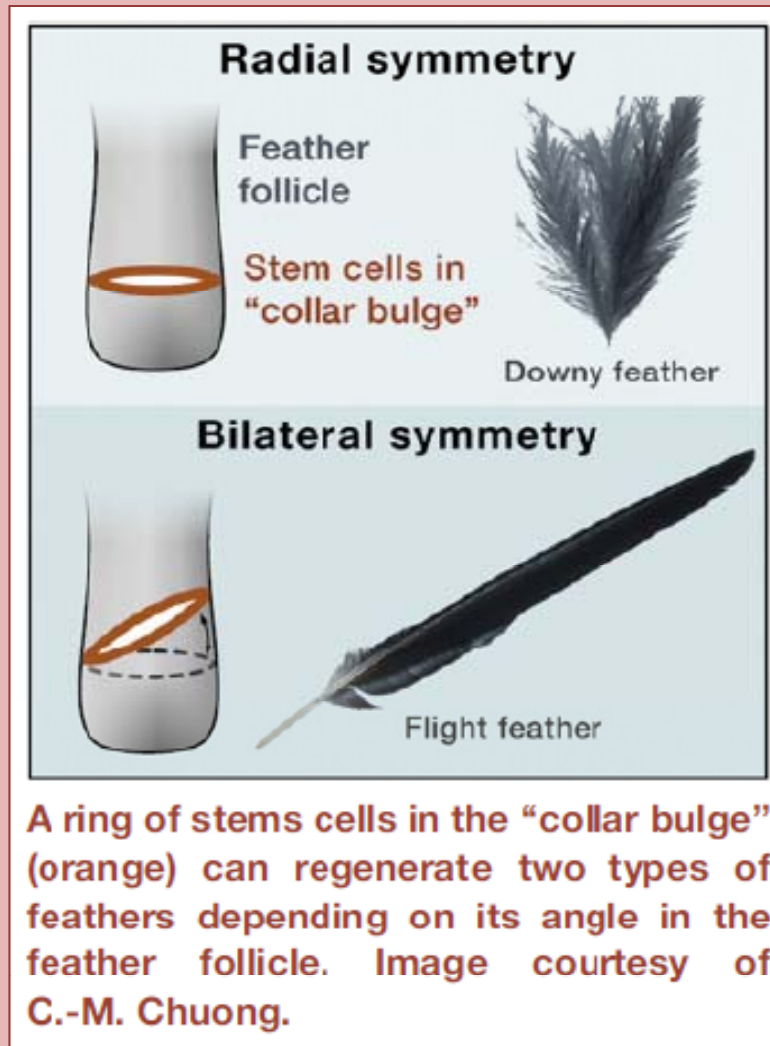


黑天鵝 BLACK SWAN
妮妲莉寶雯 Natalie Portman

毛髮毛囊 (hair follicle) 在沿著鞘層 (sheath) 處有一群幹細胞，稱為「**bulge cells**」，「這些細胞分裂頻率不高，但具有再生完整毛囊的能力。解剖學上，羽毛並沒有相當於「**bulge**」的構造。為了找出羽毛毛囊 (feather follicle) 中緩慢分裂的幹細胞所在，鍾正明教授以 **5-bromodeoxyuridine (BrdU)** 標記幼雞的表皮細胞，**BrdU** 因其構造類似 **thymidine** 而可與 **DNA** 融合。隨著時間過去，幾乎所有的羽毛毛囊細胞都失去了標記的 **BrdU**，只有羽毛毛囊內側的一圈細胞—「**collar bulge**」仍保留著 **BrdU**。細胞世代追蹤 (**lineage tracing**) 也顯示這些緩慢分裂的細胞是多能的，在被移植到表皮後可以融入羽毛絲中的不同區域。再者，在羽毛生長時，這些前驅細胞在羽毛毛囊內往上方移動，接著分化為成長中的羽毛。很明顯地可以看出，這些羽毛毛囊中的 **collar** 細胞功能上相近於毛囊中的 **bulge** 幹細胞。

鍾正明教授也發現這圈幹細胞排列的角度與羽毛的對稱性相關。水平的 **collar** 會生出環形對稱 (**radial symmetry**) 的絨毛；傾斜的 **collar** 則會生出左右對稱 (**bilateral symmetry**) 的飛羽—這個精巧的機制使羽囊在每個生長週期能夠長出不同構造的羽毛。

本中心榮譽主任鍾正明教授表示，羽毛的研究會「贏得」奧斯卡金像獎影片入圍，一方面覺得有趣，一方面也感到欣慰。希望這個報導能夠掀起學界對鳥類羽毛研究的一股新熱潮，因為這其中就蘊藏著發育的奧秘。



位於「**collar bulge**」的一圈幹細胞可以再生出絨毛(上圖)或飛羽(下圖)，取決於這圈細胞在羽囊中的角度。