

愛你入骨——骨骼大探索

文／李弘善

小時候，我討厭骨頭，覺得很噁心！因為在恐怖電影，骨頭就代表妖魔鬼怪。我想到骨頭，會想到死後的模樣，很可怕。

這是兩年前班上四年級學生的想法—骨頭象徵死亡，是死亡的代言。如果透過適當的教學活動，學生會以怎樣的態度看待骨頭呢？教師又如何詮釋其中的轉變？以下是筆者在偏遠小學實施的骨頭教學，參加的學生有 15 位。童言童語當中，卻也透露出耐人尋味的教育意義。

為什麼要認識骨頭

根據美國「國家科學教師協會」(NSTA) 於 2004 年舉辦研習的經驗，71 位科學教師在研習前總共畫出人體的 19 種器官，而提到骨骼的繪圖僅有 18%，排名倒數第五(第一名是肺臟，佔 88%)¹；由此可見，骨骼可能不是美國教師常利用的教學議題。而筆者搜尋國外教育研究資料，描述骨骼教學的文獻也是寥寥可數，可見相關的研究相當稀少。不過，學生接觸演化以及分類議題時，骨骼結構是相當重要的概念，掌握骨骼結構才能進一步解釋分類關係，例如鯨豚的骨骼結構類似哺乳動物，且是不同於魚類的重要證據。

另外，骨頭的結構決定了動物體型，而體型又與其運動、環境適應有關；頭骨與牙齒的結構，則決定了食性。由此可知，讓學生了解骨骼的結構，不但會對動物有深層的認識，更能夠據此分析動物的生物特性。

骨頭怎麼教

掌握骨骼結構對生物的學習有相當的助益，然而可供參考的教育前例稀少，如何在資源有限的情況下引導學生認識骨骼？這是教學者的一大挑戰。筆者尚未教學時，先請學生畫出人體骨骼，當作前測。英國教育學者曾經調查 175 名、6 個年齡層的骨骼繪畫，發展成 7 個等級的表現²。但是這篇論文只著墨於學生的骨骼繪畫，並沒有提出教學策略以提升等級。筆者以此為課程的分析量表，且根據課程需要調整成 9 個等級(圖一、

¹ Patrick, P. G., & Tunnicliffe, S. D. (2010). Science teachers' drawings of what is inside the human body. *Journal of Biological Education*, **44**(2), 81-87.

² Tunnicliffe, S. D., & Reiss, M. J. (1999). Students' understandings about animal skeletons. *International Journal of Science Education*, **21**(11), 1187-1200.

圖二、圖三)，期望學生接受教學介入後能夠提升等級：

等級 1	沒有畫骨頭
等級 2	以簡單線條或圓圈表示骨頭
等級 3	以「狗骨頭」形狀表示骨頭，且骨頭呈現散亂或分佈於全身
等級 4	有一類型骨頭出現在適當位置
等級 5	至少兩類型骨頭（例如脊椎和肋骨）出現在適當位置
等級 6	定義出脊椎骨骼組織（例如定義出脊椎、頭骨、肢體或肋骨）
等級 7	畫出完整的骨骼（例如定義出脊椎、頭骨、肢體以及肋骨之間的關連）
等級 8	畫出完整的骨骼且寫出一個肢體細部骨骼名稱
等級 9	畫出完整的骨骼且寫出兩個以上肢體細部骨骼名稱
等級 10	畫出完整的骨骼與肢體細部骨骼名稱

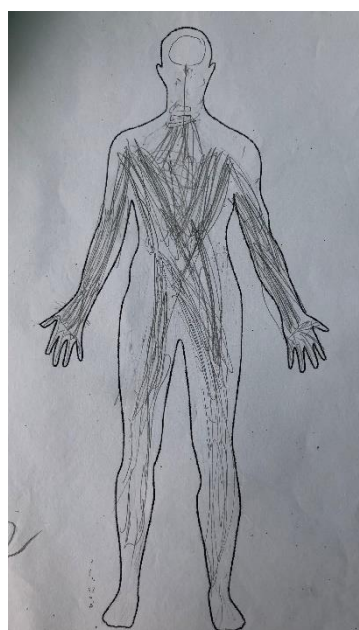


圖 1. 前測二級：以簡單線條表現骨骼

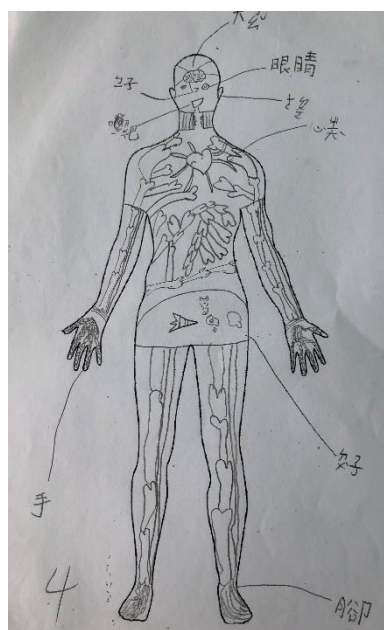


圖 2. 前測三級：狗骨頭類型

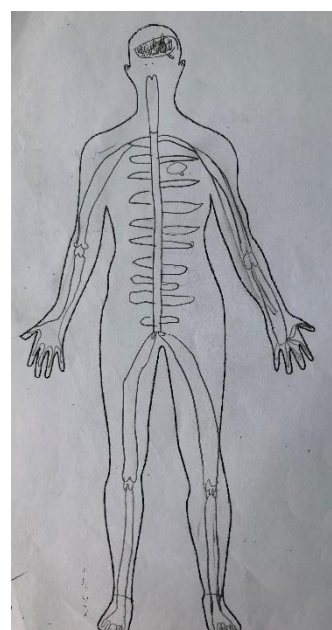


圖 3. 前測四級：有一類型骨頭出現在適當位置（肱骨與股骨）

所謂細部肢體骨骼構造，包括上肢的肩胛骨與肱骨、尺骨、橈骨、腕骨、掌骨、指骨等；下肢骨則包括大腿骨、脛骨、腓骨、跟骨、蹠骨、跗骨、趾骨。這些細部名稱，都將在課程中呈現（圖四），以下為本次課程的實施步驟：

一、以人骨當成溝通工具

課程起初，筆者以人類骨骼當主要教學對象，讓學生背誦上肢骨、下肢骨細部構造。筆者認為：學生懂得骨骼細部構造，往後上課時才方便與人溝通，並與其他動物骨骼做精確的比較與記錄。

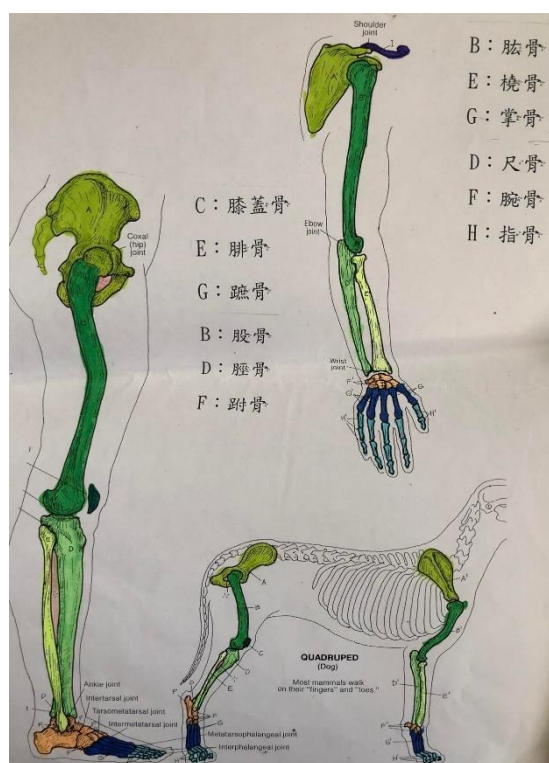


圖 4. 學生必須背誦人骨名稱並且比較其他哺乳類的骨骼

二、學習骨骼畫法

其後，為了讓學生能夠以專業方式記錄骨骼，筆者從自然教室找來兔子與虎鯨骨骼模型，請美勞老師利用任課時間指導骨骼素描。素描的對象還包括北極熊、雲豹、梅花鹿、河狸、狗等哺乳動物的頭骨（圖五、圖六）。

三、藉由骨骼學習科學閱讀與寫作

除此之外，教室內也擺放骨骼模型、書籍，隨時讓學生觸摸與查閱（圖七、圖八）；筆者也提供自己創作骨骼科普文章讓學生閱讀。素描課程過後，筆者請學生記錄心情感想，最後寫成作文，希望透過跨領域學習方式，讓閱讀與探究能力同時增長。

四、實際描繪大型骨骼標本

筆者確定學生對骨骼結構有了基本認識後，與自然老師、學務主任規劃了戶外教學，讓學生到國立臺灣博物館的土銀展館，實際觀察大象與鯨豚的骨架（圖九）。這樣的用意是：讓學生根據課堂習得的人骨知識，解讀其他動物的骨骼。學生必須當場畫下動物的骨骼，並且在不依賴筆者的前提下，獨力標示出骨骼的細部名稱。如果學生能夠自行運用人骨的知識來標示其他動物的骨頭，則表示具備相當的探究能力。



圖 5. 正在描繪梅花鹿頭骨的學生

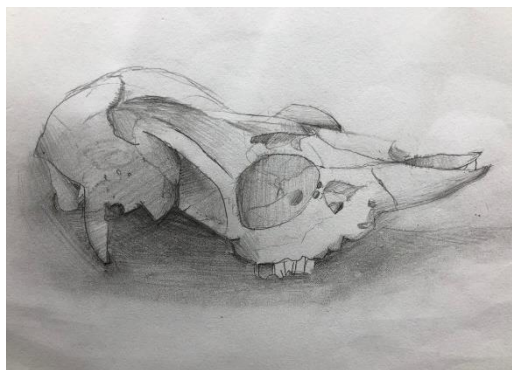


圖 6. 學生畫出的梅花鹿頭骨素描



圖 7. 教室內隨時擺放骨骼書籍以及教具



圖 8. 下課時間操作教具的學生

五、運用骨骼的知識與繪圖技巧來詮釋化石

本課程的最後驗收，是讓學生觀察始祖鳥以及孔子鳥³的化石模型（圖十），同樣運用先前的骨骼經驗，嘗試標示化石的骨骼名稱。

學生受過這樣專業的訓練，可望於課程後測描繪骨骼的表現，提升到等級 7 以上的表現。



圖 9. 學生在博物館描繪大象骨骼並標出骨骼名稱



圖 10. 觀察並觸摸始祖鳥化石模型

³ 屬名 Confuciusornis，產於中國大陸遼寧省北票市的熱河組。

「露骨」的表現

整個骨骼教學過程，歷時兩個半月。關於人類骨骼繪圖表現等級，上課的前測表現是：第二級 4 位、第三級 2 位、第四級 5 位、第五級 4 位（圖十一）。上完課的後測表現則是：第四級 1 位、第六級 4 位、第七級 3 位、第九級 7 位（圖十二）。由此可見，學生在接受教學介入後，至少都能指出一項骨頭的正確位置，而能畫出完整的骨骼（包括骨頭之間的關連），且寫出兩個以上肢體細部骨骼名稱者，則將近一半（7 位）。

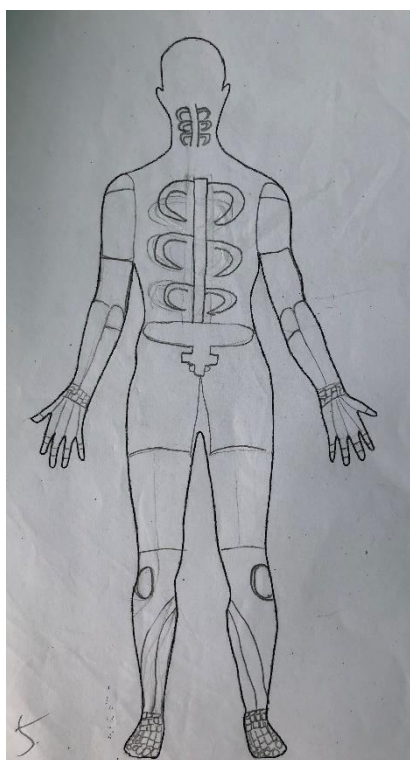


圖 11. 2 號學生前測表現五級

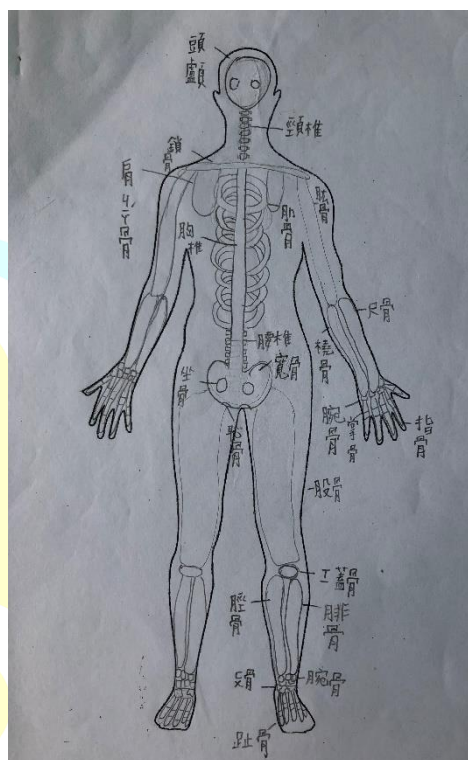


圖 12. 2 號學生後測表現九級

此次骨骼教學的另一個目的，則是期望學生能夠參照課室習得的人骨構造，畫出並標示展場動物的骨骼。筆者分析博物館的骨骼素描，能夠完整畫出肢體細部骨骼的，有 12 位（圖十三）；畫出粗略的骨骼構造，則有 2 位；有 1 位則是畫出細部骨骼構造，但是沒有標示名稱。可見，大多數學生在置身展場之際，都能獨力將人骨識別技能遷移到其他動物。至於化石探索方面，能夠參照人類骨骼，完整畫出模型化石（始祖鳥與孔子鳥）軀幹以及肢體細部骨骼的學生，有 6 位，能夠畫出部分肢體細部骨骼的學生，有 4 位（圖十四）；畫出籠統骨骼的學生（通稱為「腳骨」或「手骨」），有 4 位；有 1 位則是畫出精細的骨骼，並沒有標示名稱。由於模型化石的骨骼較為散亂，必須先細心觀察並揣摩哪些骨骼移位或缺失，與博物館的骨骼標本相較，難度明顯提高不少。雖然如此，大多數學生仍可以指出大塊的骨骼名稱。

“ 我想出畫骨頭的三個方式：第一個，先把輪廓畫好再畫骨頭；第二個，先畫大骨頭，再畫小骨頭；第三個，依照頭、身體和腳的順序來畫。

學生在觀察、思考、操作與閱讀的過程，原先對骨頭的恐懼一掃而空，並且理解骨頭的功用大矣！課程還沒開始的時候，認為骨頭是「妖魔鬼怪」象徵的學生，課程結束後是這樣寫的：

“ 骨頭是身體裡專業的保鏢，無時無刻都在保護身體的器官；骨頭是鋼鐵，肌肉就是引擎，搭配其他器官，就是一輛活動自如的車子了。骨頭很酷！

其他學生則在日記或作文中，以個別創意詮釋骨頭的妙用：

“ 本來我覺得骨頭是「死」的象徵，但是漸漸覺得不會害怕；原來四肢像車胎、車子的外殼跟骨頭一樣。

“ 骨架，是身體裡的大力士，當他們一個一個接起來，就是支撐身體和保護心肺和其他內臟的大鷹架。

“ 本來我看到骨頭就想到「死」，現在學過骨頭，就會認為沒有骨頭會「死」。骨頭會給我們血液，也是生命的大股東。

除此之外，也有學生認為可以從骨骼推測動物的食性以及棲息環境：

“ 學會了骨頭，就可以推測動物大概長怎麼樣，吃葷還是吃素，生活在海上還是陸上。

還有動物的運動方式：

“ 我認識了橈骨、肱骨、腕骨、肩胛骨等等，我也發現人的手骨和狗的前肢不同——原來狗一直是踮著腳尖行走的。

結語

由學生表現得知，大部分參與課程的學生，都能在博物館或探索化石的時候，實際運用人骨的知識並且展現科學繪圖的技巧；先前對於骨骼的刻板印象（恐怖嚇人、妖魔鬼怪），也有了顯著的變化，幾位學生還能指出：骨骼除了支撐身體之外，還有造血以及運動的功能，並舉出有趣的譬喻。

目前教育的氛圍，往往以學習者角度出發，「讓孩子自己決定」。適度尊重學習者的意願，當然無可厚非；正因如此，學生少了許多背誦的訓練。但是在教學的關鍵時刻，教師引導學生背誦重要名詞（人體的骨骼名稱），不但有助於檢視自己的學習成效（掌握骨骼學習的成果），也方便和他人溝通（欣賞別人的骨骼素描、閱讀骨骼課外書），更可能造就日後深刻的學習（實際運用骨骼知識）。小學生的大腦正處於發育的黃金期，適度引導背誦重要名詞，筆者相信是值得的。

謝辭

骨骼標本與模型，往往所費不貲，感謝以下善心人士贊助橫山國小—

臺北市立建國中學第 39 屆校友會（狂社）彭嘉陵、林子健兩位先生贊助骨骼、模型與課外書籍經費，詹兆源先生贊助儀器與參考書籍；橫山國小王蘭芝主任以及張溫瑜組長協助申請經費與規劃戶外教學，旅居美國加州的化石專家高健為先生長期提供專業諮詢，還有其他婉謝列名的善心人士，在此一併致謝。

李弘善
新北市橫山國小教師