

現行國中自然與生活科技領域教科書 「神經系統」單元教材內容分析

葉季昀

臺北市立芳和國民中學

摘要

在科學教學與學習的過程中，教科書是教師授課依據，也是學生最主要的科學知識來源，合乎知識邏輯的學習教材是教科書編輯者及教師教學準備極需注意的。本文以現行國民中學自然與生活科技綱要審定本教科書為對象，分析「神經系統」單元章節編排、概念含量、教材組織順序及概念內容。結果顯示三個版本教科書均將神經系統單元編列在上冊「協調作用」章節中，概念類別三個版本皆大同小異。在教材組織順序上，除各版本皆以「刺激與受器」、「動器與反應」為起始，其他概念的組織邏輯則隨不同版本呈現極大差異。概念內容分析結果，三個版本對於「中樞神經」下位概念「腦和脊髓」的組成與功能都有清楚且相似的陳述；但對於「中樞神經」、「周圍神經」的同位關係，以及「周圍神經」的下位概念「腦神經與脊神經、感覺神經與運動神經」的關係，三個版本均未清楚地呈現。本文探討結果可作為教師組織教材與教科書編輯改進的參考。

關鍵詞：國中、自然科教科書、神經系統、同位關係、下位概念

壹、前言

目前國民中學一年級所使用的自然與生活科技領域教科書，係根據教育部九十二年公布的國民中小學九年一貫課程綱要自然與生活科技領域第四階段編輯而成。九年一貫課程綱要「自然與生活科技學習領域」分段能力指標指出，國中階段在「科學與技術認知」項目中，應習得「認識植物、動物的生理」：

2-4-2-1 探討植物各部位的生理功能，動物各部位的生理功能，以及各部位如何協調成爲一個生命有機體

此外，課程綱要附錄「自然與生活科技學習領域教材內容要項」及「教材內容細目」於「改變與平衡」主題中列出：

次主題 213 動物體內的恆定性與調節
神經系統

4d. 認識神經細胞的形態與功能；並瞭解人類的神經系統及其協調運作情形

內分泌系統

4e. 瞭解人類內分泌系統的構造與功能以及能和神經系統共同協調運作

本文將針對目前市場佔有率最高的三個審定版教科書，依九十三學年度出版之教科書內容，由章節與概念含量、教材組織順序及概念內容分析三個向度，對「神經系統」單元的教材內容進行比較。

貳、教材內容的比較

一、各版本教科書「神經系統單元」 章節及主要內容比較

表 1-1~1-3 列出 A、B 及 C 版教科書在神經系統單元的章節安排與主要內容。從三個表的比較顯示，各版本教科書均根據國民中小學九年一貫課程綱要「自然與生活科技學習領域教材內容要項」及「教材內容細目」中的次主題「213 動物體內的恆定性與調節」編寫，A、B 及 C 版分別將神經系統單元編列在上冊第六章「生物體的協調」、上冊第六章「生物的協調作用」及上冊第五章「動物體內的資訊網」章節之中。

比較三種教科書的課文編排，可發現課文中重要的專有名詞均以黑體字進行標示，表 2 列舉各版本課文中被標示為黑體字、並具內涵敘述的主要名詞。由表 2 可知，三個版本課文同時都提到的名詞有 13

個，分別為「神經系統、受器、動器、腦、大腦、小腦、腦幹、脊髓、感覺神經、運動神經、中樞神經、周圍神經、反射作用」，其中 10 個名詞三個版本均標示為黑體字；而部份版本課文提到的名詞有 6 個，分別是「反應時間、神經元、細胞本體、神經纖維、腦神經、脊神經」。

比較名詞含量的差異，可發現 A 版與 B 版所涵蓋的名詞概念種類幾乎相同，C 版除了較 A 版及 B 版缺少「神經元、細胞本體、神經纖維」概念的介紹，「反應時間」亦未出現在課文裡，而引用於實驗活動的敘述當中。此外，「神經」一詞僅在 C 版出現，A 版及 B 版則沒有特別列舉「神經」這個名詞。從名詞的屬性分析，課文是否出現「神經」一詞，牽涉到該教科書編輯委員對於神經系統相關概念的分類架構，其內涵及意義將在後文討論。

表 1-1. A 版教科書在神經系統單元的章節安排與主要內容

第六章 生物體的協調	
章節名稱	主要內容
6-1 神經系統	<ul style="list-style-type: none"> • 刺激與反應、受器與動器 • 神經系統主要由神經元（神經細胞）所組成 • 神經元依功能可分為感覺神經元與運動神經元 • 反應時間 • 中樞神經包括腦和脊髓 • 周圍神經包括腦神經和脊神經 • 大腦、小腦和腦幹的功能 • 脊髓的功能 • 反射作用
活動 1 知道自己的反應有多快嗎？	• 藉由接尺實驗，測定人體從看到尺落下到接住尺所需要的反應時間
活動 2 人體的反射作用	• 藉由膝跳反射與瞳孔反射的測試，了解人體常見的反射作用
活動 3 人體的感覺作用	• 了解人體對溫度及物像的感覺作用（相對溫度與視覺暫留）

說明：主要內容依照其於課文中出現的順序排列，黑體字表示該名詞在課文中以黑體字標示

表 1-2. B 版教科書在神經系統單元的章節安排與主要內容

第六章 生物的協調作用	
章節名稱	主要內容
6-1 刺激與反應	• 刺激與反應、 受器與動器
6-2 神經系統	<ul style="list-style-type: none"> • 人體神經系統分為腦、脊髓和分布在全身的周圍神經 • 神經細胞（神經元）是組成神經系統的基本單位 • 依據傳導方向的不同，神經元可分為感覺神經元與運動神經元 • 反應時間 • 依據神經纖維和中樞神經相連的部位區分為腦神經和脊神經 • 大腦、小腦、腦幹的功能 • 脊髓的功能 • 反射
活動 6-1 感覺疲勞	• 透過食用不同甜度的食物、浸泡不同溫度的水以及觀察後像圖片的方式，以體會味覺疲勞、皮膚對冷熱的感覺疲勞與視覺疲勞的現象
活動 6-2 反應時間的測定	• 利用接尺並對照參考表的方式，測定同學們的反應時間

表 1-3. C 版教科書在神經系統單元的章節安排與主要內容

第五章 動物體內的資訊網	
章節名稱	主要內容
5-2 動物如何察覺外界的變化	• 昆蟲的觸角、複眼。以及人的眼、耳、鼻、舌、皮膚等，能夠幫助動物感受到來自外界的刺激稱為 受器
活動 5-1 對溫度的感覺	• 經由探測水溫的活動，體驗受器的功能有其限制，並培養以多種方式進行探索的科學過程技能
5-3 動物如何進行訊息傳遞	• 無脊椎動物神經構造較簡單，而構造較複雜的脊椎動物，神經系統複雜
5-3-1 動物的神經構造	
5-3-2 人體的神經系統	<ul style="list-style-type: none"> • 人體的神經系統包括腦、脊髓和神經 • 腦和脊髓稱為中樞神經 • 腦主要可分為大腦、小腦和腦幹 • 大腦、小腦和腦幹的功能
5-3-3 人體的神經傳導途徑	<ul style="list-style-type: none"> • 受器與動器 • 人體由腦發出的神經共有十二對，由脊髓發出的神經有三十一對。由於這些神經分部於身體的四周，所以又稱為周圍神經，並依傳遞訊息的方向分為感覺神經及運動神經 • 反射
活動 5-2 反應時間的測定	• 藉由視覺刺激產生「接尺」的反應，來了解「反應時間」是指由接受刺激到產生反應所經過的一段時間，並進一步探討神經訊息的產生與神經傳導途徑

表 2 各版本教科書神經系統單元主要名詞比較表

主要名詞	A 版	B 版	C 版
神經系統	●	◎	●
受器	●	●	●
動器	●	●	●
反應時間	●	●	
神經元（細胞）	●	●	
細胞本體	●	◎	
神經纖維	●	◎	
腦	●	●	●
大腦	●	●	●
小腦	●	●	●
腦幹	●	●	●
脊髓	●	●	●
中樞神經	●	○	●
周圍神經	●	◎	●
神經			●
腦神經	●	●	★
脊神經	●	●	★
感覺神經	●	●	●
運動神經	●	●	●
反射（作用）	●	●	●

●：表示課文提及該名詞，且對該名詞進行內涵敘述，並以黑體字標示者。

◎：表示課文提及該名詞，且對該名詞進行內涵敘述，但未以黑體字標示者。

○：表示課文提及該名詞，但未明確定義者，且未以黑體字標示者。

★：表示課文中並未直接使用該名詞，但有敘述該名詞內涵者。

二、各版本教科書「神經系統單元」

教材內容組織順序比較

上節僅呈現各版本神經系統單元的章節架構及主要的名詞種類，本節將進一步就神經系統主要概念在各版本教科書課文中的組織順序進行分析與比較。

(一)、A 版

A 版將神經系統相關概念編寫在同一個小節當中，包含了 19 個標示為黑體字的名詞。在順序安排上，課文於〈6-1 節〉先以一個跨頁篇幅引進「刺激與反應」、「受器與動器」的概念，接著介紹神經系統的

基本組成單位「神經細胞」及依其功能而區分的「感覺神經元」與「運動神經元」。「反應時間」的概念則是以打羽毛球的神經傳導途徑，以及《知道自己的反應有多快嗎》的實驗活動進行介紹。

此外，「中樞神經」與「周圍神經」的組成以及「大腦」、「小腦」、「腦幹」、「脊髓」的功能則在另一個跨頁的篇幅中引入。最後，課文以「反射作用」的定義及《人體的反射作用》、《人體的感覺作用》實驗活動做為結束。

(二)、B 版

B 版將神經系統相關概念分列在兩個小節當中，包含 14 個標示為黑體字的名詞。在順序安排上，課文〈6-1 節〉介紹「刺激與受器、反應與動器」的關係，並以兩頁的篇幅說明人體的感覺器官及其中的受器，同時以例子說明動器是產生反應的部位。

課文〈6-2 節〉依名詞出現順序，分別介紹「腦」、「脊髓」、「周圍神經」、「神經細胞」以及依傳導方向不同分為「感覺神經元」和「運動神經元」的概念，緊接定義「反應時間」以及「腦神經」、「脊神經」。最後以一頁篇幅介紹「大腦」、「小腦」與「腦幹」、「脊髓」的功能，並於另一頁透過神經傳導路徑的例子說明「反射作用」。B 版兩個實驗活動《感覺疲勞》及《反應時間測定》則獨立列在章節之後。

(三)、C 版

C 版同樣將神經系統單元分列在兩個

小節當中，包含 14 個標示為黑體字的名詞。課文〈5-2 節 動物如何察覺外界的變化〉列舉各種動物的感覺器官，說明「受器」為接受外界刺激的構造。本節以《對溫度的感覺》實驗活動做為結束。

〈5-3 節〉課文首先說明不同動物具有不同的神經構造，緊接以跨頁篇幅說明人體「神經系統」的組成。依名詞於課文中出現的順序，分別為「腦」、「脊髓」和「神經」，以及「大腦」、「小腦」和「腦幹」的功能。最後，課文再以跨頁篇幅定義「受器」與「動器」、「周圍神經」、「感覺神經」與「運動神經」，並再以神經傳導途徑說明「反射作用」及「脊髓」的功能。實驗活動《反應時間的測定》則列於本節之後。

綜合表 1-1~1-3、表 2 及上述分析顯示，各版本對於教材內容的組織順序不盡相同，唯一相似的部分，是將「接受刺激的受器」與「產生反應的動器」編排在整個單元教材的最前面。從概念的發展關係來看，「受器接受外界環境的刺激，到產生適當的反應」，其中的關連即是神經系統的功能，其關係可以簡單表示為：

刺激 ⇨ 受器 ⇨ 神經系統（判讀訊息、發布命令） ⇨ 動器 ⇨ 反應

「刺激與受器」、「動器與反應」正如同架起神經系統概念組織體的兩座橋墩，因此不難理解各版本教科書在教材組織順序上，都以此為起始點。然而除此之外，儘管各版本所涵蓋的名詞類別（表 2）差異不大，但在概念的敘述及順序鋪陳上，卻有極大的差異。

三、各版本教科書「神經系統單元」 內容概念分析

國立編譯館根據八十三年教育部發布之國民中學生物課程標準所編定的國中生物教師手冊上冊第五章《協調作用》，列舉了哺乳動物神經系統組成圖（圖 1）。除了「神經膠細胞」、「自主神經」及組成腦幹的「間腦、中腦、橋腦、延腦」是目前國中生物教材所未列入的概念，其餘的概念大多可見目前九年一貫課程綱要審定本的各版本教科書中。根據 Tessmer & Driscoll (1986) 對概念關係的定義，從圖

1 可以看出，神經系統包含了許多名詞，而這些名詞可能以構造或功能，彼此呈現某種階層關係（subordinate or hierarchical relationships）或同位關係（coordinate relationships）。

本節將先根據各版本教科書課文內容，進行各教材神經系統單元概念分析(表 3-1~3-3)，再以圖 1「哺乳動物神經系統的組成圖」分析三種版本教科書在呈現各概念方式上的差異，並探討各教材概念組織方式所可能隱含的教學問題。

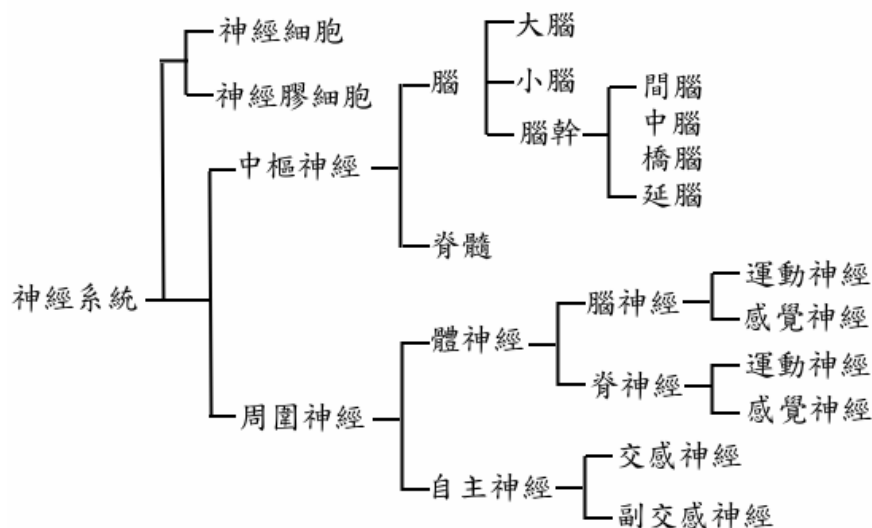


圖 1 哺乳動物神經系統的組成圖

表 3-1. A 版神經系統單元概念分析

主概念	次概念	次次概念
受器與動器	1、動物感知環境刺激（例如光線、聲音、氣味，以及溫度、接觸、壓力）的構造，包括眼、耳、鼻、舌、皮膚等感覺器官。	1-1.在這些器官中接受刺激的主要構造稱為受器，受器與神經系統連結。
	2、神經的末梢可與肌肉或腺體相接。肌肉或腺體為表現反應的構造，稱為動器。	2-1.藉由肌肉收縮或腺體分泌，可使動物產生適當的反應。
神經元	1、神經元包含細胞本體和神經纖維，是傳遞訊息的基本單位。	1-1.細胞本體是神經元細胞核所在的位置，負責維持神經元的生長與代謝。 1-2.神經纖維是細胞本體向外延伸的突起，是傳遞訊息的通道。 1-3.許多神經纖維聚成的構造稱為神經。
	2、神經元依功能可分為感覺神經元與運動神經元。	2-1.感覺神經元將受器接受的訊息傳入腦和脊髓。 2-2.運動神經元則將腦或脊髓所發出的訊息傳到動器。
反應時間	由受器接受刺激，經神經元傳遞訊息，到動器表現出反應所經過的時間，稱為反應時間。	
人體的神經系統	1、人體的神經系統分為中樞神經和周圍神經。	
	2、中樞神經包括腦和脊髓，由腦殼和脊柱保護，是神經系統的指揮中心，負責整合自受器傳來的訊息，再傳送新的訊息到動器執行。	2-1.腦可分為大腦、小腦和腦幹三部分。 2-2.大腦分為左右兩半球，主管感覺、運動、語言、記憶、思考和情感等有意識的行為。 2-3.小腦負責協調全身肌肉的活動，維持身體的平衡。 2-4.腦幹是人體的生命中樞，負責控制心搏、呼吸、體溫恆定及其他多種反射作用。 2-5.脊髓能將頸部以下受器傳來的訊息傳到腦部，並將腦部發出的指令傳到動器。 2-6.脊髓接受傳來的刺激，也可不經大腦，直接將訊息傳到動器，以應付緊急狀況。
	3、周圍神經包括腦神經和脊神經，從腦或脊髓出發，延伸分布到全身，主要由細長的神經纖維組成。	

表 3-2. B 版神經系統單元概念分析

主概念	次概念	次次概念
受器與動器	1、環境中的變化稱為刺激，生物體中接受刺激的部位稱為受器。	1-1.人體的眼睛、耳朵和皮膚等器官中，便具有可接受不同刺激的受器。
	2、在接受刺激後，生物體通常會產生適當的反應，這些產生反應的部位稱為動器。	2-1.例如：肌肉和腺體。
人體的神經系統	1、人體的神經系統分為腦、脊髓和分布在全身的周圍神經。	
	2、腦和脊髓是神經系統的中樞，由腦殼和脊柱保護。	2-1.腦可分為大腦、小腦和腦幹。 2-2.大腦主管思考，是人類學習和記憶的重要部位，也是下達命令的主要中樞。 2-3.小腦可協調全身的肌肉，維持身體的平衡。 2-4.腦幹與心跳、呼吸和體溫的調節等生命機能有密切的關連。 2-5.脊髓能將身體的訊息傳達至腦部，並將腦的命令傳達至身體各部位。 2-6.有時遇到緊急狀況時，脊髓能迅速做出回應，這種不經大腦意識所控制的快速反應稱為反射。
神經細胞	1、又稱為神經元，是生物體內訊息傳遞的基本單位，由細胞本體和突起的神經纖維所構成。	1-1.細胞本體中具有細胞核，是控制神經細胞代謝與生長的主要部位。 1-2.神經纖維是負責訊息的傳遞。 1-3.許多神經纖維聚成的構造稱為神經。
	2、依據傳導方向的不同，神經元可分為感覺神經元與運動神經元。	2-1.動物體的受器接受刺激後，會將訊息由感覺神經元傳導到由腦和脊髓所組成的神經中樞。 2-2.位於腦和脊髓的神經組織會將送來的訊息整合並發出命令，經由運動神經元將命令傳導至動器。
	3、依據神經纖維和中樞神經相連的部位區分為腦神經和脊神經。	3-1.腦神經和腦相連共有 12 對。 3-2.脊神經和脊髓相連共有 31 對 3-3.周圍神經就是由腦神經和脊神經所共同組成。
反應時間	生物體從接受刺激到產生反應。這段過程所需要的時間，稱為反應時間。	

表 3-3. C 版神經系統單元概念分析

主概念	次概念	次次概念
刺激與受器	昆蟲的觸角、複眼，人的眼、耳、鼻、舌、皮膚等，能夠幫助動物感受到來自外界的刺激，稱為受器。	1-1.眼睛受到光線刺激，傳送到腦引起視覺。 1-2.嗅覺受器協助動物接受同類傳達的訊息或尋找食物。 1-3.人類的皮膚具有多種受器，分別接收痛、冷、熱、接觸和壓力等刺激。
人體的神經系統	1、人體的神經系統包括腦、脊髓和神經。	
	2、腦和脊髓是整個神經系統的中樞，又稱為中樞神經。	2-1.腦主要可分為大腦、小腦和腦幹。 2-2.大腦分為左右兩半球，主管運動、感覺、語言、記憶和思考等。 2-3.小腦功用在協調全身肌肉的活動，以維持身體的平衡。 2-4.腦幹除了控制心搏、呼吸及體溫外，也是一些反射作用的控制中樞。 2-5.脊髓能將頸部以下受器傳來的訊息傳到腦部，並將腦部發出的指令傳到動器。 2-6.脊髓接受傳來的刺激，也可不經大腦，直接將訊息傳到動器，以應付緊急狀況。
	3、除了中樞神經外，還有分布於全身無數的神經，可以負責傳遞訊息的任務。	
人體的神經傳導途徑	1、受器與動器	1-1.我們全身都有負責接受來自環境刺激的部位眼、耳、鼻、舌，稱為受器（眼、耳、鼻、舌、皮膚）。 1-2.接受環境刺激後，可以產生不同的反應，這些可以表現反應的部位，稱為動器（肌肉和腺體）。
	2、周圍神經	2-1.人體由腦發出的神經共有十二對，分布於眼、耳、鼻、舌和頭部肌肉、肩部肌肉及內臟等部位。 2-2.由脊髓發出的神經有三十一對，分布於軀幹、四肢及內臟。 2-3.由於這些神經分布於身體四周，所以又稱為周圍神經，並依傳導訊息的方向分為感覺神經及運動神經。 2-4.感覺神經指的是將訊息由受器傳導到中樞（腦或脊髓）的神經。 2-5 運動神經指的是將中樞的命令由中樞傳至反應部位的神經，這些反應的部位稱為動器。
	3、反射作用	3-1.如果動作的產生不涉及大腦命令，就稱為反射。 3-2.四肢的反射通常是由脊髓所控制。 3-3.眨眼、打噴嚏以及唾腺分泌的反射協調中樞在腦幹。

(一)、刺激與反應

由表 1、表 3-1~3-3 及教材內容組織順序分析顯示，A、B 及 C 版教科書在神經系統單元的教材編寫架構上，均以「刺激與反應」、「動器與受器」的定義及實例做為單元教材的起點。A 版與 B 版主要以「人體的感覺器官及受器」進行概念的說明，C 版與其他兩個版本較為不同的是，除了在〈5-2 節 動物如何察覺外界的變化〉提及受器的定義，該版課文花較多篇幅強調並比較人體之外其他各種動物的感覺器官與功能。此外，該小節並未與其他兩個版本一樣，將「動器」與「反應」的概念進行對應的敘述，而是在另一個小節〈5-3-3 人體的神經傳導途徑〉才以人體為例，完整說明「受器接受刺激」、「動器表現反應」的概念。

就這個部份的概念而言，C 版雖然強調各種生物感覺器官的差異性，但課文對於相關概念的編排較為分散，較之其他兩個版本缺乏整體性。

(二)、神經系統的組成與功能

◎ 神經細胞

根據圖 1「哺乳動物神經系統的組成圖」，神經系統基本構成單位為「神經細胞」。神經細胞的組成與功能在 A 版及 B 版都有提及，但 C 版則闕如。再比較表 3-1 及表 3-2A 版及 B 版對於「神經細胞」次概念的陳述可以發現，A 版與 B 版除了同樣說明「神經細胞的基本構造與功能」之外，同時於這個部份引入「神經元依功能

或傳導方向可分為感覺神經與運動神經」的概念。此外，B 版透過「依據神經纖維和中樞神經相連的部位區分為腦神經和脊神經」的陳述引進「腦神經」和「脊神經」的概念。

◎ 神經系統的組成

根據圖 1 對神經系統構造及功能的分類，神經系統包括整合外界訊息和發布指令的中樞神經以及負責傳遞訊息的周圍神經。其中，中樞神經包括腦和脊髓，周圍神經包括體神經及自主神經；體神經又分為由腦部發出的腦神經及由脊髓發出的脊神經，而腦神經與脊神經依據功能又可分為感覺神經與運動神經。腦依據構造與功能又可分為大腦、小腦、腦幹，腦幹則包含間腦、中腦、橋腦以及延腦。

由於「自主神經、間腦、中腦、橋腦以及延腦」等概念為高中階段之教材內容，故不在本文討論。以下分別根據表 3-1、表 3-2、表 3-3 及三個版本教科書課文對神經系統構造與功能的陳述進行摘錄，並將原文中對應上述神經系統分類關係的敘述加註底線，以進行分析與比較。

(1) A 版

「人體的神經系統可分為中樞神經和周圍神經。中樞神經包括腦和脊髓。腦和脊髓質地柔軟，由腦殼和脊柱保護，是神經系統的指揮中心，負責整合自受器傳來的訊息，再傳送新的訊息到動器執行。周圍神經包括腦神經和脊神經，從腦或脊髓出發，延伸分布到全身，主要由細長的神經纖維組成。」

(2) B 版

「人體的神經系統分為腦、脊髓和分布在全身的周圍神經。」

「如果依據神經纖維和中樞神經相連的部位區分為腦神經和脊神經。腦神經和腦相連共有 12 對，脊神經則和脊髓相連共有 31 對，周圍神經就是由腦神經和脊神經所共同組成。」

「腦和脊髓是神經系統中樞，由於本質柔軟，故由堅硬的腦殼與脊柱保護。」

(3) C 版

「人體的神經系統包括腦、脊髓和神經。腦和脊髓是整個神經系統的中樞，可以像指揮官般指揮神經傳導訊息，又稱為中樞神經。腦和脊髓軟而且脆弱，所以需要有骨骼和膜包裹保護。除了中樞神經外，還有分布於全身無數的神經，可以負責傳遞訊息的任務。」

「人體由腦發出的神經共有十二對，分布於眼、耳、鼻、舌和頭部肌肉、肩部肌肉及內臟等部位；由脊髓發出的神經有三十一對，分布於軀幹、四肢及內臟。由於這些神經分布於身體四周，所以又稱為周圍神經，並依傳導訊息的方向分為感覺神經及運動神經。」

A 版對於「神經系統的組成」陳述在同一段課文中，認為神經系統包括「中樞神經」和「周圍神經」，並於課文中分別對中樞神經及周圍神經進行定義（中樞神經包括腦和脊髓、周圍神經包括腦神經和脊神經）。

B 版對於神經系統的敘述分散在三個

段落中。若從概念的階層關係來看第一段文字所陳述的「神經系統分為腦、脊髓和分布在全身的周圍神經」，「周圍神經」的同位概念應該是「中樞神經」，「腦」與「脊髓」應該是從屬於「中樞神經」之下的下位概念。然而 B 版卻在這段文字中，將分屬不同位階的概念放在同一個分類階層上，不僅未使用涵蓋性較高的「中樞神經」一詞，同時在提及「周圍神經」一詞之後，亦未在同一段文字中對「周圍神經」進行定義，而是敘述於另一段文字中；值得注意的是，「中樞神經」一詞在尚未定義的情況下，卻又出現在這一段陳述「周圍神經」的文字中：

「如果依據神經纖維和中樞神經相連的部位區分為腦神經和脊神經。腦神經和腦相連共有 12 對，脊神經則和脊髓相連共有 31 對，周圍神經就是由腦神經和脊神經所共同組成。」。

此外，相對於文中明確指出「周圍神經」與「腦神經和脊神經」的階層關係，B 版對於「中樞神經」與「腦和脊髓」關係的表達是含糊的，雖然在課文另一段文字中以「腦和脊髓是神經系統中樞，由於本質柔軟……」的敘述指出「腦和脊髓是神經系統的中樞」，但這樣的陳述仍未能清楚呈現「中樞神經、腦、脊髓」這三個名詞的關係。

C 版對神經系統的組成則呈現在兩段課文中，認為神經系統包括腦、脊髓和神經。從概念的階層關係來看，「腦、脊髓、神經」屬於同一分類階層的概念，然而在

同一段文字敘述中，C 版雖然明確地對「中樞神經」一詞進行定義，但對於其同位概念「周圍神經」一詞，卻也是在另一段說明「神經的種類」的文字中提及：「人體由腦發出的神經共有十二對，分布於……；由脊髓發出的神經有三十一對，分布於……。由於這些神經分布於身體四周，所以又稱為周圍神經……。」很明顯地，這段文字是對於腦神經與脊神經的敘述，然而文中卻又未明確使用「腦神經」與「脊神經」這兩個詞來定義「周圍神經」。

綜合表 2「各版本教科書神經系統單元主要名詞比較表」及上述分析，可以發現在神經系統組成的主要概念分類上，A 版對於主概念與次概念之間的階層關係（神經系統 vs. 中樞神經和周圍神經、中樞神經 vs. 腦和脊髓、周圍神經 vs. 腦神經和脊神經）及同位關係（中樞神經 vs. 周圍神經、腦 vs. 脊髓、腦神經 vs. 脊神經）有較為完整的呈現；B 版這部分所使用的名詞含量雖然與 A 版一樣，但課文敘述的方式較難看出概念之間的關係；而 C 版的概念內涵雖然與其他兩個版本相同，但在名詞的使用含量上少了「腦神經」與「脊神經」一詞，課文的敘述亦較難明顯呈現概念之間的關係。

再就圖 1 的概念分類關係來看，「腦、脊髓、感覺神經、運動神經」屬於下位概念。若比較各版本對於組成「中樞神經」腦部的大腦、小腦、腦幹以及脊髓的功能，都有類似的描述。但若就「周圍神經」的組成與功能而言，周圍神經包括腦神經與

脊神經，而兩者若依照功能又可以分為感覺神經與運動神經。在這部分，雖然 A 版與 B 版在課文的敘述中都曾提及「周圍神經由腦神經與脊神經組成」，但卻都未進一步說兩者與感覺神經、運動神經的關係。

「感覺神經與運動神經」都是另外在敘述「神經細胞」的相關段落中進行定義。C 版雖然明確指出「周圍神經依傳遞訊息的方向分為感覺神經及運動神經」，但由於課文未直接使用「腦神經」與「脊神經」這兩個名詞，因此同樣無法明確呈現「腦神經」、「脊神經」與「感覺神經」、「運動神經」的關係。

最後，三個版本在說明脊髓及腦幹的功能時，同樣都定義了不涉及大腦意識控制的反射作用。

參、結論與建議

一、結論

本文針對目前市場佔有率最高的三個審定版教科書，以「神經系統」單元進行教材內容比較。結果顯示在章節與概念含量方面，三個版本均將神經系統單元編列在上冊「協調作用」章節中，其涵蓋的概念種類除了「神經細胞」僅兩個版本提及，其餘概念內容於三個版本皆大同小異。在教材組織順序上，可發現各版本都是以「刺激與受器」、「動器與反應」為起始，但對其他概念的組織邏輯卻隨不同版本而有極大的差異。

若以國立編譯館國中生物教師手冊上冊「哺乳動物神經系統組成圖」（圖 1）

分析各版本概念內涵，可發現對於位屬「中樞神經」下位概念的「腦和脊髓」的組成與功能，三個版本都有清楚且極為相似的陳述。然而，對於「中樞神經」、「周圍神經」這兩個具有同位關係的上位概念的定義，除了 A 版於同一個段落有較清楚的描述之外，其餘兩個版本則都分散在不同的課文段落中介紹。由於中樞神經與周圍神經為功能定義名詞，兩者存在著對應的構造關係，若組織教材時沒有明顯的相互參照，學生很難從閱讀課文的過程當中自行比較兩者的關係。此外，對於「周圍神經」下位概念的腦神經與脊神經、感覺神經與運動神經，雖然有的版本有名詞使用及明確定義（A 版、B 版），有的版本沒有明確使用名詞但給予內涵描述（C 版），但三個版本共同的問題是並未清楚地將「周圍神經、腦神經、脊神經、感覺神經、運動神經」這幾個概念之間的關係呈現出來。

二、建議

科學知識兼具「具體」與「抽象」的特性，具體的知識包括感官可觀察的構造、實體和行爲，抽象的知識包括功能、關係及機制。其中，生物學知識範疇主要探討生物體的組成元素、特性、關係，以及組成的功能、形成過程等（Barak, 1999）。過去的研究顯示，神經系統單元為學生覺得學習困難的主題之一。沈鴻明（1994）以國中一年級學生為對象，探討學生學習神經系統概念的發展情形，發現學生在學習過程中無法對名詞進行明確的

定義、容易對相關名詞與功能產生混淆、也容易誤解教材意義。李秀娟（1998）探討兩種概念圖教學策略對國中學生學習神經系統概念的影響，指出學生在教學之後仍具有不合適的另有概念。Bahar 等人（1999）調查發現超過 10% 受訪大學生認為神經系統單元為學習困難的主題，然而同一份研究顯示教師對於該學門所知覺到的學習困難處與學生並不一致；研究指出該結果所隱含的教學與學習問題顯示學生學習困難並非完全源自於概念本身內在的困難性，更有可能是因為教師在呈現概念時，表徵方式的適切性所引發的學習困難。

本文分析目前國內市場佔有率最高的三個審定版教科書神經系統單元內容，可發現各版本教科書所涵蓋的概念大同小異，但在教材的組織方式上卻隨不同版本有極大的差異。就知識特性而言，神經系統包含了許多專有名詞與構造名稱，這些名詞彼此之間存在著構造或功能上的概念關係，形成極為結構化的學科知識。雖然依據國民中小學九年一貫課程綱要國中階段分段能力指標所編輯的教材對相關概念僅止於基本定義與功能的介紹，但主要的概念架構已經完整地呈現在教科書中，然而教材的分析結果發現，各版本教科書線性式的文本敘述對於概念之間所隱含的關係在表徵上有其限制。

Bruner（1960）主張結構對於學習的重要性，認為真正的學習是去了解學科的基本概念、概念與概念之間的關係，或是了解教材的結構及教材之間的關係。學生

若能掌握學科結構，學得的觀念愈基本，愈能擴大對新問題的適用範圍、產生學習的遷移。因此教師在設計課程時應突顯一般性的基本概念，注意概念之間的銜接及章節之間的安排；在教學過程中，應將知識組織成有意義的架構，安排情境以利學生發現其中的結構。Jonassen, Beissner 與 Yacci (1993) 也指出知識結構的重要性，主張結構化的知識是學習及進行較高層次心智運作所必須的元素，如果沒有結構，心智構念便無法形成；對於一個領域的了解要愈深入，所需要的結構也要愈抽象，而抽象的觀念端賴結構作為基礎。因此，在教學的過程中傳遞訊息的結構，將會改進學習者的學習表現。此外，Shavelson (1972) 探討學習者在不同階段的認知結構，發現在學習終了，學習者會逐漸改變認知結構，以符合學科內容結構或是教師的知識結構。因此，將學科知識架構或專家認知結構明確的呈現出來，應可幫助學習者將所要學的訊息同化到適當的基模。

神經系統單元包含極為結構性的知識概念，若就認知層次的教學目標來說，幫助學生在國中階段建立符合學科知識結構的基模，對於學生與未來高中課程的銜接有莫大的幫助。然而綜合過去學生學習神經系統單元所遭遇的困難及教科書線性表徵方式的限制，可發現教師在教學過程中扮演適當的中介角色是相當重要的議題。李秀娟、張永達和黃達三 (1998) 分析國中生物科教材結構及組織而提出建議，認為教師可利用概念圖進行概念分

析、組織教材，並呈現各概念之間的關係，以做為幫助學生學習的工具。王韶霽 (2002) 研究資深教師教學策略顯示，教師以概念圖架構組織課程，可彌補教科書教材組織順序不符合學科知識邏輯的缺失，除了幫助教師掌握上課的內容，亦可幫助學生建構階層性的概念組織。

有別於線性的文本敘述，圖像組織架構 (graphic organizer) 以二維的形式來表徵文本中的重要概念，呈現概念之間的關係。過去研究顯示，圖像組織架構對於學生在閱讀理解的學習成效有正向的影響 (Moore & Readence, 1980、1984)。然而，圖像組織架構教學研究隱含了教學策略模糊及缺乏有效評量工具的問題。前置圖像組織架構教學研究要求學生自行閱讀教材文本與消化圖像組織架構輔助媒材，並不符合真實的教學情境；同樣地，後置圖像組織架構教學設計要求學生於閱讀教材文本之後，自行製作圖像組織架構，亦因耗時而難以在要求教學進度的真實教學情境中進行。因此，教師若能利用適當的圖像組織架構做為教學媒介進行教學引導活動，提供學習者一個抽象性較高的概念鷹架，幫助學習者了解教學主題的相關概念內涵及概念之間的關係，將有利強化學習者既存的認知結構組成，進而與新資訊進行整合連結 (Griffin, et al. 1995)。

樹狀圖 (tree diagram) 是圖像組織架構的一種形式，能用來表徵概念的多重層次、呈現概念之間的階層關係 (superordinate-subordinate or hierarchical concept relations) 或同位關係 (coordinate relationships)，具有不需要花費太多時間發展且容易執行的優點；主題圖 (thematic

map) 則可以提供具體的圖像, 讓學生將所學到的科學概念連結到圖像上相對應的位置 (Tessmer & Driscoll, 1986)。在生物科教學的應用上, 圖像組織架構的教學活動可以是一種動態的過程, 教師若能利用樹狀圖做為鷹架, 配合主題圖逐一解釋各名詞的意義與功能, 同時讓學生在學習過程中填寫學習活動單, 將可讓學生達到參與學習的目的。

肆、參考文獻

- 國中生物上冊 (2001): 臺北市: 國立編譯館。
- 國中生物教師手冊上冊 (2001)。臺北市: 國立編譯館。
- 國民中學自然與生活科技第一冊 (2004)。臺南市: 南一。
- 國民中學自然與生活科技一上 (2004)。臺南市: 翰林。
- 國民中學自然與生活科技第一冊 (2004)。臺北縣: 康軒。
- 教育部國民教育司 (2004): 國民中學自然與生活科技課程綱要。取自 <http://teach.eje.edu.tw> 教育部國教專業社群網。
- 王韶霽 (2002): 國中生物科資深教師教學策略之個案研究。高雄市: 國立高雄師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 沈鴻明 (1994): 國中學生神經系統之概念發展。彰化市: 國立彰化師範學院科學教育研究所碩士論文。
- 黃雅彬 (2004): 學生對國中自然科教科書不同知識表徵理解之研究。臺北市: 國立臺灣師範大學碩士論文 (未出版)。
- Bahar, M., Johnstone, A. H., & Hansell, M. H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, 33(2), 84-86.
- Barak, J. (1999). As 'process' as it can get: Students' understanding of biological processes. *International Journal of Science Education*, 21(12), 1281-1292.
- Bruner, J. S. (1960). *The process of education*. Cambridge, NY: Harvard University Press.
- Griffin, C. C., Malone, L. D., & Kameenui, E. J. (1995). Effects of graphic organizer instruction on fifth-grade students. *The Journal of Educational Research*, 89(2), 98-107.
- Jonassen, D. H., Beissner, K., & Yacci, M. (Eds.) (1993). *Structural knowledge: Techniques for representing, conveying, and acquiring structural knowledge*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Moore, D. W., & Readence, J. E. (1980). A meta-analysis of the effect of graphic organizers on learning from text. In M. L. Kamil & A. J. Moe (Eds.), *Perspectives in reading research and instruction*. Twenty-ninth Yearbook of the National Reading Conference. 引自 Moore, D. W., & Readence, J. E. (1984). A quantitative and qualitative review of graphic organizer research. *The Journal of Educational Research*, 78(1), 11-17.
- Moore, D. W., & Readence, J. E. (1984). A quantitative and qualitative review of graphic organizer research. *The Journal of Educational Research*, 78(1), 11-17.
- Shavelson, R. J., (1972). Some aspects of the correspondence between content structure and cognitive structure in physics instruction. *Journal of Educational Psychology*, 63, 225-234.
- Tessmer, M., & Driscoll, M. P. (1986). Effects of a diagrammatic display of coordinate concept definitions on concept classification performance. *ECTJ*, 34(4), 195-205.

投稿日期: 民國 94 年 5 月 5 日

接受日期: 民國 94 年 5 月 30 日

The Content Analysis of the “Nervous System” Unit in Current Versions of Junior High School Science Textbooks

Jih-Yun Yeh

Taipei Municipal Fanghe Junior High School

Abstract

In the process of science teaching and learning, it is believed that the textbooks are the main sources of teaching and students' concept knowledge learning. The learning materials that adapted to the concept logic are noticeable for the textbook editors and the instructors. The main purpose of this study is to analyze the content and layout of “nervous system” in three current versions of junior high school science textbooks that were censored based on Curriculum Guidelines of Ministry of Education. It shows that all three versions of textbooks arranged “nervous system” unit in the chapter of “regulation” for the employment of first semester science course. Three versions of textbooks reveal similarity in “nervous system” concept classification, and beginning with the concepts of “stimulus and receptor” and “response and effector”. There was a great difference in the logic of concept organization among three versions of textbooks, except “stimulus and receptor” and “response and motor” concepts.

The results of this study can be reference for the improvement of the textbook editing and the teaching material organizing, as followed.

1. Three versions of textbooks made clear and similar statements of the constitution and functions of “brain and spinal cord” that belongs to the subordinate concept of “central nervous system”.

2. Not only the coordinate relationship between concept “central nervous system” and “peripheral nervous system” in all the three textbook versions were not made clear and explicit statements but also the relationships between “sensory neuron, motor neuron and cranial nerve, spinal nerve” that belongs to the subordinate concept of “peripheral nervous system” were not.

Key words: junior high school, science textbooks, nervous system, coordinate relationship, subordinate concept