

---

# 高中必修生物—「免疫反應」單元 應發展之概念與能力

陳俊亨<sup>1\*</sup> 張薰勻<sup>2</sup> 張永達<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 臺北市立建國高級中學

<sup>2</sup> 國立清華大學 生命科學系

<sup>3</sup> 國立臺灣師範大學 生命科學系

## 壹、前言

普通高級中學必修科目「生物」課程欲達成之目標為學生經由探討生物體的構造與機能，了解生命現象的奧秘及生物學與人生的關係，以培養現代國民應具備的基本生物學素養，以及對現代生物學進展與成就的鑑賞。其中「動物的協調作用」的主題的參考節數有 9~10 節，每週授課二節為原則來計算，此主題安排了 5 週來授課，可見此主題的內容很廣，經由對生物的生長、生命的維持及生命的延續等之了解，激發學生對生物學的興趣，培養尊重生命、鑑賞生命的情操。

本文針對「動物的協調作用」中的「免疫反應」小節進行討論。本文對於高中生「免疫反應」應發展之概念與能力提出建議前，考量「課程綱要」的規範及「備註欄」的說明，分析現行各出版商所出版教科書教材之異同，考慮學生的起點行為，作出對未來教材的建議，包括內容說明、高中生應發展之基本概念和次概念等，希望此教材能複習並延伸學生在國中學習之概念，並發展為更較完整的知識架構。

---

\* 為本文通訊作者

## 貳、新版高中生物暫行綱要（必修生物-動物的協調作用）之內容

「動物的協調作用」是新版高中生物暫行綱要的第五個主題，此主題包含六大單元(表一)。第一個單元為「免疫反應」為本文欲探討的單元，其中需先介紹「淋巴組織」，再探討「專一性與非專一性防禦」及「與免疫有關的疾病」。第二單元就「神經與運動」來說，先介紹「訊息的輸入」，再分別對「中樞神經系統與周圍神經系統」、「反射與反射弧」及的部分說明。第三單元為「激素的定義」，先介紹「激素」，再對「激素的分泌與協調作用」的部分進行討論。第四單元為「動物的行為」，分別就「神經與行為」及「內分泌與行為」。第五單元為「討論」，討論影響行為的藥物。第六單元則為「探討活動 5-1」，人體感覺與反射的觀察。

## 參、現行高中生物（必修生物-免疫反應）教材之異同

以下分析現行各出版商所出版教科書教材與本單元相關內容之異同(表二)，考慮學生的起點行為，作出對未來教材的建議，包括內容說明、高中生應發展之基本概念和次概念等。

表一：新版高中生物暫行綱要（必修生物-動物的協調作用）

主題	主要內容	說明	備註	參考節數
五、動物的協調作用	1. 免疫反應	1-1 淋巴組織 1-2 專一性與非專一性防禦 1-3 與免疫有關的疾病		9~10
	2. 神經與運動	2-1 訊息的輸入	• 不宜涉及感覺器官的分類及受器訊息傳遞的機制	
		2-2 中樞神經系統與周圍神經系統	• 簡介腦和脊髓的功能，不宜涉及 12 對腦神經的名稱及個別功能	
		2-3 反射與反射弧		
		2-4 自律神經	• 簡介自律神經的功能，不宜涉及神經解剖	
		2-5 骨骼、肌肉與隨意運動	• 不宜涉及骨骼的名稱及分類，也不宜涉及肌肉的微細構造	
3. 激素與協調	3-1 激素的定義，激素的分泌與協調作用（以血糖恒定為例）			
4. 動物的行爲	4-1 神經與行爲			
	4-2 內分泌與行爲			
5. 討論	5-1 討論影響行爲的藥物			
6. 探討活動 5-1	6-1 人體感覺與反射的觀察			

表二：現行高中生物（必修生物-免疫反應）教材之異同比較

主題	課程綱要		現行教材相關內容之 相同點	現行教材相關內容之 相異點
	主要內容	說明內容		
五、動物的協調作用	一、免疫系統	淋巴系統	1.說明淋巴系統的組成與功能。 2.淋巴結有過濾淋巴的功能，可捕捉病原體，亦會製造淋巴球(B、T淋巴球)來阻擋病原體的蔓延。 3.介紹各淋巴器官的功能。	1.介紹人類不同種血球的大小。 2.說明淋巴管、扁桃腺、微淋巴管。 3.說明脾臟的功能。 4.說明胸腺的功能。
		非專一性與專一性防禦	1.說明非專一性與專一性防禦作用。 2.外來微生物入侵組織中，感染部位產生紅、熱、腫、痛、癢稱為發炎反應 3.說明細胞免疫反應：由 T 細胞參與，T 細胞表面含有與抗原結合的受體。T 細胞會分化為殺手 T 細胞與記憶 T 細胞，前者可摧毀受感染細胞，後者可在下次病原體入侵時引發迅速反應。 4.說明抗體免疫反應：由 B 細胞產生抗體來完成，抗體與抗原結合會減低抗原的活性與毒性。活化的 B 細胞會分化為漿細胞和記憶 B 細胞，前者能分泌大量抗體存於血漿，後者能在下次病原體入侵時引起迅速反應。 5.多數 B 細胞的發育成熟有賴於 T 細胞的協助。	1.使用不同的專有名詞說明課程內容。 2.表格整理比較非專一性與專一性防禦作用。
	免疫相關疾病	1.說明過敏反應。 2.說明排斥反應。 3.說明免疫缺失症。	1.舉例說明免疫相關疾病。 2.特別說明 AIDS。 3.說明自體免疫反應。	

## 一、淋巴系統

「淋巴系統」在現行各版本教材中，皆有討論組成淋巴系統的器官。說明淋巴系統包括骨髓、胸腺、脾臟、淋巴結等器官，及介紹 B、T 淋巴球，在這部份各版本是相同的。其中有些版本將淋巴器官細分為初級淋巴器官與次級淋巴器官，初級淋巴器官包括骨髓及胸腺，次級淋巴器官包括淋巴節和脾臟，有些版本則沒有說明。各版本會有自己的專有名詞，像是在次級淋巴器官內放入了粘膜表皮層淋巴組織，或是淋巴系統的組成多介紹了淋巴管、扁桃腺、微淋巴管等構造。另外，各版本對於介紹淋巴器官的深淺則有所差異。

## 二、非專一性與專一性防禦

對於此部分的課程主要概念是相同的，各版本間的差異多是名詞的部份。在非專一性防禦作用的部份，有些版本提出非專一性防禦作用分為第一道防線與第二道防線，第一道防線為皮膜屏障，第二道防線為吞噬作用與發炎反應，並說明非專一性防禦作用是先天性免疫作用，但是有些版本是沒有此討論的。在專一性防禦各版本的概念也大同小異，細胞免疫反應由 T 細胞參與，T 細胞表面含有與抗原結合的受體，T 細胞會分化為殺手 T 細胞與記憶 T 細胞，前者可摧毀受感染細胞，後者可在下次病原體入侵時引發迅速反應。而抗體免疫反應由 B 細胞產生抗體來完成，抗體與抗原結合會減低抗原的活性與毒性。活化的 B 細胞會分化為漿細胞和記憶

B 細胞，前者能分泌大量抗體存於血漿，後者能在下次病原體入侵時引起迅速反應。除了上述，有些版本提出較艱深的專有名詞，如：穿孔素、干擾素。由於此部份的課程內容較多且複雜度較高，有些版本會整理出表格來幫助學生學習。

## 三、與免疫相關疾病

「免疫相關疾病」這部份，各版本課程內容的差異不大，介紹過敏反應與排斥反應後，說明免疫缺失症，將免疫缺失症分為先天性免疫缺失症和後天性免疫缺失症，並加以舉例。而有些版本另外提到自體免疫的疾病。各版本間的差異在於此部份提出的病例，以及有無深入介紹疾病，教師可予以斟酌。

## 肆、未來教材的建議

根據新版高中生物暫行綱要第五章「動物的協調作用」所規定的節數為 9~10 節，因此在「免疫系統」這個單元教師有兩節的時間可以利用。此部分對「免疫反應」進行應有內容以及教學策略上的討論。

### 一、淋巴系統

#### (一) 應有內容的建議：

非專一性和專一性防禦系統皆與淋巴系統關係密切，如過濾、吞噬病原體的淋巴結，以及 T、B 細胞，故先介紹淋巴系統。淋巴系統的功能應包含運輸、防禦、協助維持血液成分，提醒高中生淋巴系統並不是只是負責免疫反應而已。現行版本對淋巴器官介紹不盡相同，本文建議淋巴

器官介紹胸腺及脾臟即可，胸腺是兒童時期重要的免疫器官，另外 T 細胞必須在胸腺才能成熟。脾臟是全身最大的淋巴器官，富含 T 細胞及 B 細胞，另外脾臟有破壞紅血球的功能。最後說明淋巴結散佈在全身，尤其在鼠蹊部、腋窩及頸部最為密集，淋巴結有過濾病原體的功能，淋巴球 (B、T 淋巴球) 亦會在此增生。

## (二) 教學策略的建議：

進入課堂時，可對學生說明國家有警察、軍隊維護治安，身體也有防禦系統維護健康，利用 PCK 方式來引起學生的學習動機，讓學生知道我們的身體需要一個防禦的機制來保衛我們的身體，而這個系統即是免疫系統。介紹胸腺或脾臟時可以利用模型或電腦 3D 動畫進行說明，以增進學生印象。說明淋巴結時可將淋巴結比喻成檢查哨，將對身體會造成威脅的病原都攔阻下來。如學校的校警，校警對外來人士都會適當盤問，就是一種檢查的舉動。在我們身體，有許多 TLR，它們的作用就像是衛兵似的，可以認出外來的微生物或抗原，將訊息傳給其他與免疫相關的組織或系統，引其後天免疫作用增強，TLR 還會分化，所以 TLR 形同先天免疫作用，等於將先天免疫與後天免疫相連在一起，此概念應列入教師手冊內，以利於高中生物教師詳讀並做課堂上的補充。

## 二、非專一性防禦與專一性防禦

### (一) 應有內容的建議：

對於非專一性防禦作用可簡單分為

第一道線(皮膜屏障)與第二道防線(吞噬作用)。另外課程內容應向學生說明發炎反應的過程與紅、熱、腫、痛的現象；例如：主要是由於微血管靜脈端擴張，且通透增加，目的是使得白血球可以從血液中滲出，擴張的作用做得局部變紅，白血球滲出使得腫脹。對於專一性防禦課程上的安排不宜過於深入(例：干擾素的作用)，除此之外，艱深的專有名詞應減少出現。主要讓學生了解細胞免疫是由 T 細胞對受感染的細胞進行溶解的作用，而抗體免疫則為 B 細胞分泌抗體對抗原作用。另外還要讓學生了解 B、T 細胞都會分化成記憶細胞，以利於下次病原體入侵人體時，能快速的發動免疫反應。

### (二) 教學策略的建議：

非專一性防禦應由外向內的介紹，學生較容易接受，其實感覺神經也參與引起發炎反應；例如：內臟器官也會發炎，特徵也是微血管靜脈端擴張，且通透增加。此外周邊發炎如組織受傷，組織氨會釋放出來，無鞘神經纖維末梢也扮演重要的角色，無鞘神經纖維會釋放神經傳遞物質，例如物質 P。教師手冊內應含有以上概念，以供高中生物教師詳讀或作課堂上的補充。

另外干擾素這個概念過於艱深，教師可視班上同學程度做課外的補充。此部分為「免疫反應」的重點，對 B、T 細胞的防禦機制應詳加說明，教師可以利用整理表格的方式(表三、表四)來呈現此部分複雜的概念，有利於學生上課的學習與回家的複習。

「動物的協調反應」包括了免疫、神經與行為，若期待學生能夠有整合與一貫的念，那麼必須提醒學生神經也會調節免疫系統，並參與防禦性的反應，例如：腹腔發炎時，是由迷走神經將發炎反應訊息傳入中樞神經系統，使得中樞神經有所反應，並做適當的全身性調節作用，而口腔發炎則是由舌咽神經傳入中樞神經，此外，在淋巴球的細胞表面，有乙醯膽鹼接受器，淋巴球本身還可以有一個完整的乙醯膽鹼系統，也就是說，淋巴球細胞可以合成乙醯膽鹼。以上較新穎的概念，應列入教師手冊內，以利於高中生物教師詳讀並做課堂上的補充。

### 三、與免疫相關疾病

#### (一) 應有內容的建議：

與免疫相關的疾病很多，在此小節主要讓學生能了解這些疾病產生的原因。此部分應包含過疫、排斥、自體免疫、免疫缺乏症等種類的疾病，對於每種類的疾病舉出一例即可，不須太多。就排斥舉例而言：器官移植時，所使用的抗排斥作用的藥物，就是以藥物破壞 T 細胞，所以病人的免疫力低，剛開始時，必須住在特殊的病房。AIDS 為此部分的重心，應向學生說明 HIV 病毒會破壞 T 細胞，並影響 B 細胞，使個體失去免疫能力即可，不須過於深入探討 HIV 入侵細胞並反轉錄的機制。

#### (二) 教學策略的建議：

免疫缺乏症又分先天性與後天性，如果課堂餘有時間或學生能力足夠，教師可

表三：非專一性防禦與專一性防禦整理

病原進入人體	非專一性防禦		專一性防禦
	第一道防線	第二道防線	第三道防線
	1、皮膜屏障：皮膚、黏膜、角質、纖毛、黏液、溶菌酶 2、胃黏膜分泌鹽酸和蛋白酶	1、吞噬作用：吞噬細胞、巨噬細胞 2、發炎反應	引發免疫作用：辨認抗原、引發淋巴球增生、分化，分兩種方式進行 1、細胞免疫：T 細胞 2、抗體免疫：B 細胞

表四：B 細胞與 T 細胞的比較

	B 細胞	T 細胞
性質、來源	淋巴球、骨髓幹細胞	淋巴球、骨髓幹細胞
成熟地點	骨髓	胸腺
細胞膜表面蛋白	有(為抗體)	有(為受體)
種類	漿細胞、記憶細胞	殺手 T 細胞、記憶細胞
抗體產生	有	無
作用	抗體免疫	細胞免疫

---

說明一下先天性免疫症後群(SCID)。另外教師在說明 AIDS 時，應同時告知學生要有安全的性行為和避孕措施是很重要的，此為技能上的教學目標。

## 伍、結語

免疫系統對於生物抵抗病原體相當重要，若有免疫系統上的缺失，則個體不易存活，學生們應了解人體內的免疫機制與了解與免疫有的疾病。本文討論高中學生在「動物的協調作用」內的「免疫反應」單元中應發展之概念及培養之能力，先分析比較舊教材中相關內容之異同，再以九十五學年度將實施之課程暫行綱要為依據，提出本單元應有內容與教學策略上的建議，希望能提供教科書編輯與教師的參考。

## 陸、致謝

謝謝科學教育月刊審察人之建議，使本文內容更具參考價值。感謝三重高中沈家玉老師、中山女中蔡任圃老師、板橋高中吳雅嵐老師，三位老師以自身寶貴教學經驗提供本文意見。

## 柒、參考文獻

- 呂亞立 主編。2005。高中生命科學(下冊)。p42~p55。康熙圖書網路股份有限公司
- 呂亞立 主編。2005。高中生命科學備課用書(下冊)。p116~p146。康熙圖書網路股份有限公司
- 施河 主編。2004。高中生命科學(下冊)。p45~p55。南一書局企業股份有限公司

- 施河 主編。2004。高中生命科學教師手冊(下冊)。p42~p51。南一書局企業股份有限公司
- 楊冠政 主編。2004。高中生命科學(下冊)。p44~p55。龍騰文化事業股份有限公司
- 楊冠政 主編。2004。高中生命科學教學手冊(下冊)。p46~p55。龍騰文化事業股份有限公司

## 捌、推薦書籍

1. Ivan Roitt 著 王依蕾等編譯。1994。實用免疫學。藝軒出版社
2. 莊哲彥 編著。1989。臨床免疫學。臺大醫學院出版
3. 曾哲明 編著。1991。人體的防禦系統：免疫學簡介。師大科學教育中心
4. 陳豪勇 鑑修。2002。王聖予、陳建和編譯。免疫學第五版。藝軒出版社