
歷年中學課程綱要中免疫學習內容 分析與教學建議

楊道任^{1,2} 溫媿純^{1*}

¹ 國立彰化師範大學 科學教育研究所

² 國立和美實驗學校

摘 要

免疫知識的學習，除有助於對疾病的認識和治療外，亦可幫助個人預防疾病。本研究分析臺灣近五次的課程綱要的改變發現，過去免疫單元的學習分為兩個階段，分別為基礎課程與進階課程。然而前四次都將免疫學安排於高中階段學習，最新的 108 課綱則將基礎免疫單元調整於國中一年級。分析此學習年段的調整後，我們發現對學習與教學可能引發以下的問題：(一)國一學生如何學習複雜免疫學？又國中教師過去並未有此單元的教學經驗，現今要如何有效教學？(二)國一學習基礎課程後，高三生物教師要如何教學以幫助學生銜接進階課程？(三)108 課綱正式實施前的國中生並未學習免疫單元，新課綱中的高中基礎生物亦缺乏免疫學內容，因此近三年(108、109、110)入學高中的學生如何習得免疫相關知識？本研究建議國一的免疫教材宜簡化，只談功能不談反應機制。高中教師宜依課綱建議安排 2 節課的銜接課程，教導舊課綱中的基礎免疫課程。另外，為清楚理解免疫單元的學習內容，本研究進一步分析歷年課綱中的免疫單元，並歸納出免疫學習內容應包含有 4 個構念、10 個面向與 20 個概念。最後本研究建議教師可藉連續圖像的輔助教材，如漫畫或動畫，以有效幫助高中生學習基礎的免疫課程。

關鍵詞：課程綱要、免疫學、教學策略

壹、研究背景

修習免疫學的知識，除有助於增加學生對疾病和治療方法的理解外，亦可提升個人有關疾病預防的知識(Porter, 2008)。利用免疫方式進行疾病的預防，可溯及公元前一千年前的古印度，當時藉由將病患

的皮痂進行乾燥後，接種在健康人體上以產生免疫反應，稱謂人痘接種法(Human Variolation)。

二百多年前，英國醫生簡納(Edward Jenner, 1749 – 1823)發明牛痘有效的預防天花，開起啟現今免疫學的發展(許修誌, 2013)。近百年來，在微生物學、病毒學、病理學、遺傳學與生物化學等的進步，都

* 為本文通訊作者

與免疫學的發展有相當密切的關係(Felix, 1978)。比尤特勒(Bruce A. Beutler)、霍夫曼(Jules A. Hoffmann)及史坦曼(Ralph M. Steinman)等人，因發現活化免疫系統的關鍵因子而獲得 2011 年諾貝爾生醫獎(黃千晏與何漣漪, 2012)。可見免疫的機制與研究，不斷的與時俱進。如果中學生能學習正確的免疫概念，未來將能照顧自己也能關心別人的健康成長。

在臺灣，免疫學習的主要階段，是在高中時期才真正開始。從中學階段的課程分析，免疫學不是國中課程中的單元，學生在進入高中前並不會真正學習(Cheng, Su, Huang & Chen, 2014)。國中僅於血液循環單元中提到白血球具有吞噬病原體的功能、及淋巴循環系統中淋巴結與淋巴球具有防禦的功能，但這絕不可能說明清楚免疫學；而高中的免疫學習在高一「基礎生物」之「動物的構造與功能」主題，於「防禦」內容中提到「淋巴系統」與「防禦作用」；又高三「選修生物」的內容則包含「微生物」、「免疫細胞種類」、「免疫器官」、「先天免疫」、「後天獲得免疫」與「免疫相關疾病」等(教育部, 2013)。最新公告之十二年國民教育「自然科學領域課程手冊」(國家教育研究院, 2019)，國中在「生物體內的恆定性與調節」單元中，新增「皮膚是人體對外來物的第一道防線防禦系統，能阻止外來物，例如：細菌的侵入；而淋巴系統則可進一步產生的免疫作用」(p19)，顯示免疫學習將往下扎根，提早學習對疾病的預防與治療。高中

的「基礎生物」則刪除「防禦」內容，將有關解剖構造部分整併後移置國中(p22)，有關反應機轉或作用機制部分整併移至選修生物(p22)。也就是說，國一新增防禦構造的介紹，高一刪除防禦的構造與功能，高三「選修生物」才介紹免疫的反應機制。值得注意的是在十二年國教調整下，免疫單元的教學對於國中生物教師來說，是從無到有的一項重大改變。

貳、研究目的

基於以上研究背景，本文藉由分析歷年「課程綱要」的規範及「備註欄」的說明，參考現行各出版社所發行的教材，並參酌學生的起點行為，針對高中生物課程「免疫學」中應發展之概念，教學的內容、教學策略與輔助教材研發等作出建議，希望能提供教師在發展 108 課綱教學時有所參考。

參、歷年課綱免疫教學內容分析

近年來臺灣在中學課程發展上，為因應時代的需求經歷多次的變革。包括有 84 年高級中學課程標準(教育部, 1995)、95 年普通高級中學課程暫行綱要(教育部, 2004)、99 年普通高級中學課程綱要(教育部, 2009)、102 年普通高級中學課程綱要微調(教育部, 2013)與 108 年十二年國民基本教育課程綱要(教育部, 2014)等。本研究分析國、高中課程中具有免疫單元的生物課程，彙整具免疫單元的授課年段與科目名稱如表一。

表一、免疫單元在歷年課程變革下的授課年段與科目名稱對照

課程變革	授課年段			
	國一	高一	高二	高三
84 年課程標準	—	—	生命科學	選修生物
95 年暫行綱要	—	—	必修生物	選修生物
99 年課程綱要	—	基礎生物	—	選修生物
102 年課程綱要微調	—	基礎生物	—	選修生物
108 年課程綱要	國中生物	—	—	選修生物

從表一發現，過去中學階段的免疫內容主要在高中學習，而國中生物在 108 課綱前未列入免疫單元。國中階段雖無免疫單元，但在循環系統中學到白血球具有吞噬病原體的能力，與淋巴系統有淋巴結及淋巴球能過濾病原體。吞噬與過濾病原體的能力為免疫作用的一小部分，所以在國中階段生物課程並未提供足夠免疫概念；高中階段免疫相關的學習分為兩個年段，先在高一或高二階段，學習基礎免疫概念；到高三階段，三類組學生學習的「選修生物」中，談論較深入的免疫內容。108 課綱實施後，部分免疫內容將移到國中學習；高中「基礎生物」不再學習免疫學，到高三「選修生物」中才能再次深入學習免疫概念。

綜合來說，中學階段的免疫課程，可分為基礎與進階等兩個階段學習。由表一可見高中生物內容雖經過五次的課程變革，但可明顯的區分為三個時期。早第一時期為 84 年課程標準與 95 暫行綱要時期，都是高二先有基礎的生物課程，到高三才深入「選修生物」探討；第二時期為 99 課程

綱要與 102 課程綱要微調時期，都是高一有「基礎生物」課程，於高三「選修生物」深入探究；第三時期為十二年國教，將基礎免疫的解剖構造部分整併後移至國中學習，直到高三「選修生物」才介紹免疫的反應機制。高中生物內容經過五次變革，歷次的免疫課程會具備哪些內容？以下將過去到現在的課程綱要分為三個時期說明，並彙整分析各階段的免疫概念以提供教師教學參考。

一、歷年課程綱要中免疫單元分析

(一) 第一時期：84 年課程標準與 95 暫行綱要之免疫教學內容分析

彙整早期高中課程標準與暫行綱要中的免疫學習內容，表二為各年度的科目名稱、主要內容、內容細目與內容說明等整理。這兩次的免疫學習內容變化不大，都在高二有共同學習的基礎免疫概念，到高三則針對自然組學生有深入探討免疫學的內容。在高二的「生命科學」或「必修生物」中，主要內容為「淋巴系統」、「免

疫作用」與「免疫疾病」等三個部分，授課時數為 2 小時。內容談論包括有「淋巴組織」、「非專一性防禦」、「專一性防禦」與「免疫疾病」等四個主概念。高三「選修生物」的授課時間安排有 8 小時，內容則增加「微生物」的介紹外，依免疫反應機制先後順序介紹「非專一性防禦」與「專一性防禦」的細節內容說明；在「免疫相關疾病」上，有與高二重疊了「過敏反應」、「自體免疫疾病」與「免疫缺失

症」等的疾病。

比較高二與高三免疫課程的內容說明，兩個年段教授的免疫概念都有重疊。高二在授課時數(2 小時)的限制下，免疫概念多是名詞解釋，比較難深入討論機制的細節與反應的連貫性。而高三有 8 小時的授課時數，無論在免疫名詞解釋與免疫防禦機制的反應過程，都有較為充裕的時間說明與介紹。

表二、免疫單元在 84 課程標準與 95 暫行綱要中各科目之內容細目與說明

年度	科目	主要內容	內容細目	內容說明
84 課程 標準	生命 科學 (2 hr)	淋巴系統	淋巴組織	淋巴構造
		免疫作用	非專一性防禦	皮膜防禦、發炎反應、吞噬作用
			專一性防禦	T 淋巴球功能、B 淋巴球功能
	免疫疾病	免疫疾病	過敏反應、排斥作用、免疫缺失症	
	選修 生物 (8 hr)	病原體	微生物	病毒、細菌
		免疫反應	非專一性防禦	皮膜防禦、發炎反應、吞噬作用
專一性防禦			細胞免疫、體液免疫、疫苗	
免疫失常	免疫疾病	過敏反應、自體免疫疾病、免疫缺失症		
95 暫行 綱要	必修 生物 (2 hr)	免疫系統	淋巴組織	淋巴構造
		免疫反應	非專一性防禦	皮膜防禦、發炎反應、吞噬作用
			專一性防禦	T 淋巴球功能、B 淋巴球功能
	免疫失常	免疫疾病	過敏反應、排斥作用、免疫缺失症	
	選修 生物 (8 hr)	病原體	微生物	病毒、細菌
		免疫反應	非專一性防禦	皮膜防禦、發炎反應、吞噬作用
			專一性防禦	細胞免疫、體液免疫、疫苗
	免疫失常	免疫疾病	過敏原、自體免疫疾病、免疫缺失症	

(二) 第二時期：99 課程綱要與 102 課程綱要微調之免疫教學內容分析

教育部在 99 年訂定了高中各科課程綱要，到了 102 年又進行了微幅調整。在這兩次生物科課程綱要的內容調整不大，兩者的免疫學內容完全一樣，其內容細目與說明如表三。比較表一、表二與表三可見此時期與第一時期的最大差別，是學習

年段從高二調整至高一的「基礎生物」中。此時期高一的「基礎生物」主要免疫內容為「淋巴系統」與「防禦作用」等兩個部分。內容談論分別有「初級淋巴系統」、「次級淋巴系統」、「非專一性防禦」與「專一性防禦」等四個主概念。與第一時期中雖少了「免疫疾病」的介紹，但從內容說明可知比較有系統地介紹「淋巴器官」。高三「選修生物」的內容則包含「微生物」、

表三、免疫單元在 99 課程綱要與 102 課程綱要微調中各科目之內容細目與說明

年度	科目	主要內容	內容細目	內容說明
99 課程 綱要	必修 基礎 生物 (2 hr)	淋巴 系統 防禦 作用	初級淋巴系統	骨髓、胸腺
			次級淋巴系統	皮膜組織、淋巴結、脾臟
			非專一性防禦	皮膜防禦、發炎反應、吞噬作用
			專一性防禦	細胞免疫、體液免疫
	選修 生物 (8 hr)	病原體 免疫 系統 免疫 作用 免疫 疾病	微生物	病毒、細菌
			免疫細胞種類	顆粒球、單核球、淋巴球
			免疫器官	胸腺、骨髓、淋巴結、脾臟
			先天免疫	皮膜防禦、發炎反應、吞噬作用
			後天獲得免疫	細胞免疫、體液免疫、疫苗
		免疫失調	過敏反應、排斥作用、自體免疫疾病、 免疫缺失症	
102 課程 綱要 微調	必修 基礎 生物 (2 hr)	淋巴 系統 防禦 作用	初級淋巴系統	骨髓、胸腺
			次級淋巴系統	皮膜組織、淋巴結、脾臟
			非專一性防禦	皮膜防禦、發炎反應、吞噬作用
			專一性防禦	細胞免疫、體液免疫
	選修 生物 (8 hr)	病原體 免疫 系統 免疫 作用 免疫 疾病	微生物	病毒、細菌
			免疫細胞種類	顆粒球、單核球、淋巴球
			免疫器官	胸腺、骨髓、淋巴結、脾臟
			先天免疫	皮膜防禦、發炎反應、吞噬作用
			後天獲得免疫	細胞免疫、體液免疫、疫苗
		免疫失調	過敏反應、排斥作用、自體免疫疾病、 免疫缺失症	

「免疫細胞種類」、「免疫器官」、「先天免疫」、「後天獲得免疫」與「免疫相關疾病」等。雖與高一有重疊了「免疫器官」的介紹，但從內容說明可知高三更細緻地介紹各種淋巴細胞與淋巴器官；另外在高三採用「先天免疫」與「後天獲得免疫」來說明免疫作用，意味著和遺傳有關，有益於了解疾病的發生與基因的遺傳或受外界環境影響有相關；最後增加「基礎生物」未介紹的「免疫失調」相關疾病，以案例與「免疫作用」相互對應，能較清楚了解疾病產生的原因。

比對第一、第二時期的免疫內容說明可知，第一時期免疫概念的教學可依專有名詞個別介紹，如非專一性防禦「分別」有皮膜防禦、發炎反應與吞噬作用等反應機制；而第二時期的安排則較能了解不同機制間的關聯，如先天性防禦「包括」有皮膜防禦、發炎反應與吞噬作用等反應機制；另外在第二時期的基礎免疫課程中，屏除對免疫疾病的深入探討，讓剛進入高中的高一學生，能有較多的時間理解防禦機制。在高三選修生物上，第一時期以對病原體的專一性與否來介紹，教師可一個個分開說明；而第二時期則以身體防禦調節機制的先後為觀點介紹，教師除了各個專有名詞的說明外，還需要依序介紹彼此間的關聯性。所以第二時期的安排方式，較能理解免疫發生的先後順序與關聯性。

(三) 第三時期：108 課程綱要免疫教學內容分析

最新十二年國教 108 課程綱要有關免疫學習內容，其相關年段、科目名稱、主要內容、內容細目與內容說明等整理於表四。從表一與表四分析可知一項重大變革，刪除高中「基礎生物」的免疫單元，往下調移至國中生物學中。也就是國中一年級就開始接觸基礎免疫學，到了高中自然組的學生才會選讀「選修生物」，深入學習免疫單元。國一的「生物」主要免疫內容為「皮膚」、「淋巴系統」與「免疫作用」等三個部分。內容談論包括有「皮膚防禦」、「黏膜防禦」、「吞噬作用」、「抗體產生」、「疫苗原理」與「疫苗作用」等六個概念。國中免疫範圍涉及雖然很多，但在內容說明上有加註「不涉及疫苗類型、抗體產生的機制」；高三「選修生物」在「動物體的防禦構造與功能」中介紹「防禦構造」、「先天性免疫」、「後天性免疫」與「免疫缺失症」等四個主概念；而過去的「微生物」則移至其他單元學習。在「防禦構造」的內容說明為「以人體為例，說明動物體的防禦構造與功能」（國家教育研究院，2019），並未清楚說明談及那些內容；若參照 102 課綱微調內容來說，應要包含「免疫細胞種類」與「免疫器官」。其他「先天性免疫」、「後天性免疫」與「免疫缺失症」等三個主概念，則與過去的內容說明相同。

表四、免疫單元在 108 課程綱要中各科目之內容細目與說明

年度	科目	主要內容	內容細目	內容說明
108	國中	生物	體內皮膚	皮膚防禦、黏膜防禦
課程綱要 (2 hr)	生物的恆定性與調節	淋巴系統 免疫作用		發炎現象(不涉及機制)、吞噬作用、抗體產生 以天花為例，疫苗原理、疫苗作用
選修	動物體	的防禦構造		防禦構造與功能
生物 (8 hr)	防禦構造與功能	先天性免疫 後天性免疫		吞噬作用與發炎反應 體液免疫、細胞媒介型免疫 抗原與抗體的反應、疫苗的功能
		免疫失調		過敏反應、排斥作用、自體免疫疾病及免疫缺失

綜合上述課程綱要的三個時期，每一個時期的安排都會有基礎課程(如基礎生物)與進階課程(如選修生物)；免疫單元的授課節數在基礎課程中排有 2 節課，在進階課程中則排有 8 小時的上課時間；教師教授免疫內容時會因應授課時間的不同，談論的深度也就會有不同。為清楚了解免疫內容應具備哪些概念，所以整理歷年課綱中免疫內容細目彙整如表五。從表五上可知有 10 項內容細目，內容的發展為先介紹引起疾病的病原體與人體擔任防禦的構造；再依防禦的先後發生順序，介紹免疫反應的機制；最後以常見的疾病為例，說明免疫反應機制缺失後的影響。基礎的課程僅有 2 節課，教師授課內容應以專有名詞解釋為優先，不宜有過多的關聯與差異比較。如免疫相關疾病在早期課綱中需要介紹，後來則調整至選修生物中。而進階的選修生物，不僅要介紹各個專有名詞外，

且需要說明免疫發生的先後順序與反應的機制；最後以常見的疾病來說明免疫缺失的影響，更重要的提供預防疾病的正確知識(如疫苗的功能)。

二、免疫概念內容分析

學習免疫所需要的背景知識相當多，牽涉的理論也相當廣泛。由於免疫學在討論健康或生病時免疫系統扮演的角色，亦即探討在體內或體外免疫系統分子的物理性質、化學反應與生理機能等 (Kendall, 2001; Felix, 1978; Goldsby, Kindt, Osborne & Kuby, 2003)。免疫反應涉及多種類型的免疫細胞和病原體間的相互作用 (Kelly, Howell, Glinert, Holding, Swain, & Burrowbridge, 2007)，理論涉及複雜，是學生學習困難單元之一。免疫學習的困難可歸納以下幾個原因：(一)枯燥乏味：免疫

表五、各時期之基礎課程與進階課程的授課年段與免疫內容細目對照

		第一時期		第二時期		第三時期	
		84 課程標準、 95 暫行綱要		99 課綱、 102 課綱微調		108 課程綱要	
		主要內容	內容細目	主要內容	內容細目	主要內容	內容細目
基礎 課程 (2hr)	年級	高二		高一		國一	
	免疫 內容 細目	淋巴系統	淋巴組織	淋巴系統	初級淋巴 系統 次級淋巴 系統	生物體內 的恆定性 與調節	皮膚 淋巴系統
		免疫作用	非專一性 防禦 專一性 防禦 非專一 性防禦	防禦作用	非專一性 防禦 專一性 防禦		防禦作用
		免疫疾病	免疫疾病	※	※	※	※
進階 課程 (8hr)	年級	高三		高三		高三	
	免疫 內容 細目	病原體 ※	微生物 ※	病原體 免疫系統	微生物 免疫細胞 種類 免疫器官	※ 免疫系統	※ 免疫細胞 種類 免疫器官
		免疫反應	非專一性 防禦 專一性防 禦	免疫作用	先天免疫 後天獲得 免疫	免疫作用	先天免疫 後天獲得 免疫
		免疫失常	免疫疾病	免疫疾病	免疫失調	免疫疾病	免疫失調

※表該內容細目不列入免疫單元中。

內容涉及許多學科知識，如細胞生物學、分子生物學、病原體學、遺傳學、病理學……等(王佳與張麗娜, 2009; Kendall, 2001; Felix, 1978; Da Rosa, Osowski, Tocchetto, Niederauer, Andrade, & Scroferneker, 2003; Goldsby et al., 2003),

各項知識皆要有效學習才容易理解免疫學；(二)抽象難懂：免疫過程在身體內，無法看見反應，因此很難理解(李新生, 2007; 王佳與張麗娜, 2009; Kelly et al., 2007; Da Rosa et al., 2003; Anderson, 2013); (三)機制複雜：免疫機制細節眾多，過度專注

在細節上會無法全盤了解，但過度忽略細節則無法理解整體的連貫性（王佳與張麗娜，2009；許照紅，2009）。由此可知，免疫系統的防禦機制相當的複雜，學生學習免疫時需要了解那些免疫概念？本研究藉助上述歷年課綱中的免疫內容，參考現行各出版商所出版教科書教材，進行免疫概念內容分析，以整理出中學生應學習的免疫概念。

本分析在人體的防禦系統部分，不包括有關病原體介紹之內容。因無論外來的病原體為何，人體的防禦系統隨時都在防備中；又 108 課綱為避免微生物學被分開介紹，將病原體整併於「生物多樣性」中一起介紹，以增進學生對生物多樣性學習的完整性。又本研究主要分析歷年課綱中的免疫內容，大多為基本免疫反應的概念。然而新免疫機制的發現，有些與基因啟動、神經傳遞、疫苗發展等有關（安保徹，2017；許修誌，2013；黃千晏與何漣漪，2012），此些觀點教師可視學生學習情況加以補充。如青光眼的免疫療法 (<http://sa.ylib.com/MagArticle.aspx?Unit=newscan&id=798>)、醣分子：癌症疫苗新焦點 (<http://sa.ylib.com/MagArticle.aspx?Unit=editorial&id=2430>)，或尋求免疫相關學者的支援。

彙整歷年課綱中的免疫內容細目與現行的生物課本，本研究歸納出免疫授課內

容分項細目及教學策略(包含教學表徵與教學資源)，如表六。綜合比對歷年生物課程中的免疫概念，高中免疫內容可歸類為 4 個構念、10 個面向與 21 個概念。由表六可知免疫概念的教學或學習方式，應先認識免疫細胞的來源、種類、位置與功能；再由人體外到體內發生先後順序，依序介紹皮膚防禦、吞噬作用、發炎反應、細胞免疫與體液免疫等一連串的免疫反應機制；並以二次反應的概念如何製造疫苗，說明注射預防針的重要性；最後認識常見免疫缺失疾病所造成的危害，提醒學生注意身體的健康。

由於免疫系統的防禦機制相當的複雜，教師在教學上必須善用不同的教學表徵方式來表達（許照紅，2009；陳俊亨、張薰勻與張永達，2007）。所以在不同的構念下，教師可採用的教學表徵亦有所不同。研究者於表六中列出幾項可使用的教學表徵方式，提供教師參考使用。如使用人體紅骨髓圖片，說明血球製造的場所(圖像說明)；利用兩軍對戰比喻白血球與病原體間的對抗(類比)，讓學生能理解人體如何抵禦病菌；專一性免疫中的細胞免疫與體液免疫，是學生容易混淆的概念，教師可善用表格整理兩者的異同讓學生理解(表格說明)；免疫疾病可舉生活周遭常見的疾病(如花粉症)，說明其發生的原因與病徵等，讓學生理解此一疾病(範例說明)。

表六、免疫授課內容分項細目及教學策略

構念	面向	概念	教學表徵	教學資源
免疫系統	免疫細胞	免疫細胞來源 免疫細胞種類	圖像說明	《圖解免疫學》 《繪圖解說-完全免疫學》
	免疫器官	初級淋巴器官 次級淋巴器官		
非專一性防禦	皮膜防禦	皮膜組織構造 皮膜組織功能	類比 圖像說明	如兩軍對戰 如漫畫—《圖解免疫學》、《世界第一簡單免疫學》
	吞噬作用	吞噬細胞 吞噬作用		如 3D 動畫—
	發炎反應	發炎介質 發炎反應		《人與自然-免疫動畫》
專一性防禦	細胞免疫	抗原呈現	類比 圖像說明	如兩軍對戰 如漫畫—《細胞大戰》、 《圖解免疫學》、 《世界第一簡單免疫學》
		T 細胞活化		
		T 細胞反應		
	體液免疫	B 細胞活化 抗體反應 二次反應	表格說明	如 3D 動畫— 《人與自然-免疫動畫》 如比較 T 細胞與 B 細胞 (陳俊亨等, 2007)
免疫相關疾病	常見免疫疾病	過敏反應 排斥作用	範例說明	如花粉症、海鮮過敏 如器官移植
	自體免疫疾病	紅斑性狼瘡	圖像說明	《圖解免疫學》
	免疫缺失症	SCID AIDS	範例說明	美國嬰兒大衛(David Vetter)為例

肆、研究結論與建議

綜觀十二年國教上路後，要使學生適性發展有效學習，則有賴課程與教學有規劃的調整與實施（張德銳，2013）。中學生物課綱中的免疫內容，在授課年段上有做調整外，內容也因此有些變動。上述授課年段與學習內容的調整，對於教科書的編輯、學生的學習與教師的教學等都會產生影響。以下先以免疫內容授課年段調整所造成的影響提供建議，再說明老師於免疫教學時的教學策略與相關輔助教材參考。

一、免疫單元教學年段分析結論與建議

免疫單元過去以高一為基礎學習，到高三則深入理解。自 108 課綱調整後，於國一與高三會學習到免疫，此有三項對學生學習與教師教學都有影響。分述如下：

(一) 學習年段下調：過去免疫在高中教學與學習上，內容複雜、抽象難懂（陳俊亨等人，2007；Anderson, 2013；Kelly et al., 2007）。現行將免疫部分內容調移至國一時，其教材內容難易度的拿捏不容易。建議未來國中教材中的免疫內容應簡化說明，如說明皮膚有防禦功能、淋巴球有吞噬病原體等，但不宜討論反應的機制；國中教師在教學上最好能有模型、圖片或影片輔助，教導學生從輔助教材中來理解免疫。

(二) 學習年段差異大：自國一學習免疫後直到高三才再學習，中間空白長達五年之久。對於升高三的學生來說，複雜抽象的內容如何能夠接軌？依據 108 課綱「新舊課綱之課程實施銜接分析與建議」，認為學生無法自行閱讀理解，且有銜接的需求，建議學校安排 2 節的授課時數，並提供學生銜接教材（國家教育研究院，2019，p475）。然而此 2 節課應安排於何時？又內容為何？均未能有繼續說明，由各校自行討論決定。建議免疫單元安排時間最好於「基礎生物」課程結束之後，再安排於彈性課程中進行銜接；另內容的安排，可先選用舊課綱時的教科書做為銜接教材。目前教育部架設《新課綱銜接教材數位平臺》（<https://ecc.pro.edu.tw/?AspxAutoDetectCookieSupport=1>），教師可選用此資源，提供免疫教學影片讓高一學生學習。

(三) 遺漏的三年：自 108 年至 110 年進入高中的學生，原在國中並未學習到免疫學，無論是否要接軌「選修生物」，我們應給予這三年的學生能具備基礎免疫學習。此課程的安排應比照上述 108 課綱之「新舊課綱之課程實施銜接分析與建議」（國家教育研究院，2019，p475），亦可安排授課時數 2 小時與提供銜接教材。

二、免疫單元內容分析之結論與教學之建議

高中免疫內容包括有 4 個構念、10 個面向與 21 個概念(表六)，可運用兩節銜接課程教授學生免疫相關知識。以下分 4 個構念來探討應有的教學的內容與教學策略：

- (一) 免疫系統：**免疫系統應包括免疫細胞的來源與種類，並區分哪些構造為初級淋巴器官與次級淋巴器官。在教學策略上建議先使用骨髓圖片，介紹紅骨髓可製造不同類型血球，成熟後的血球離開骨髓至全身各處。再善用淋巴系統圖片，介紹淋巴結、胸腺與脾臟的位置與功能。並說明製造與成熟的構造為初級淋巴器官，而淋巴球聚集位置為次級淋巴器官。最後歸納整理哪些構造為初級淋巴器官，哪些構造為次級淋巴器官。若有時間可進一步讓學生討論，淋巴系統具有運輸、防禦、協助維持血液成分等功能。教學上使用的圖片，除使用教科書中附圖外，建議可參考坊間的書籍如《圖解免疫學》(荻原清文，2017)或《繪圖解說-完全免疫學》(安保徹，2017)都以圖解分析免疫的概念，可幫助老師的教學，也有助於學生的認識。
- (二) 非專一性防禦：**此部分內容應包括皮膚組織構造與功能、吞噬細胞類型與吞噬作用、發炎介質與發炎反應等概念。此處在教學上建議，可將防禦系

統譬喻為兩軍對戰。病原體比喻為敵軍，入侵我方領土(即組織、細胞)後，我方軍隊(白血球、淋巴球)如何擊退敵人來介紹防禦系統。此類比故事情節，可以幫助學生進行思考。正式教學時先使用皮膚圖片為例，讓學生從圖片中發現皮膚(皮膜)何種特性可有防禦的功能。再以構造特徵與學生的回答，將防禦功能分為物理性、化學性與生物性防禦，此為第一道防禦。再假設皮膚(皮膜)受傷後病原體進入，則會先引發吞噬細胞進行吞噬作用。同時因受感染細胞產生的發炎介質，促使微血管擴張引起紅、熱、腫、痛等發炎反應。此部分若有連續性的圖像，更能幫助學生理解反應的機制。連續性的圖像有兩類，一為漫畫，如《圖解免疫學》(荻原清文，2017)一書中有少部分為連續的圖像來說明反應過程；或如《世界第一簡單免疫學》(河本宏，2015)一書使用漫畫人物的互動，以趣味漫畫圖像說明免疫系統運作的機制，並認識免疫疾病；二為 3D 動畫影片《人與自然-免疫動畫》(<https://youtu.be/W6Zkxt6g-Y8>)，將人體內白血球與病原體間的反應機制繪製而成，並有旁白加以說明過程。此多媒體輔助教材的使用要有益於學習，需要教師從旁引導(李宗薇與林作逸，2007)。

- (三) 專一性防禦：**應包括抗原呈現細胞的形成、T 細胞的活化與反應、B 細胞

的活化與抗體的反應、二次反應等。專一性防禦屬於後天免疫反應，會因受病原體侵入而引起的一連串防禦機制。此防禦機制為連續發生的過程，若有連續圖像或動畫會更容易理解。例如《細胞大戰》漫畫將本反應分為四個階段，遭遇、動員、掃蕩與休止等（莊榮輝，2019）。教學中可銜接上述吞噬作用後的吞噬細胞，可將細胞內分解病原體後的特殊蛋白質（稱為抗原），移置吞噬細胞的細胞膜上。具有此抗原的吞噬細胞，稱為抗原呈現細胞。抗原呈現細胞到達淋巴結後，會引發 T 細胞產生大量 Tc 細胞；亦可引起 B 細胞轉型為漿細胞，製造大量的抗體。Tc 細胞的細胞膜表面具有可與抗原結合的受體，到達感染部位摧毀受感染細胞以避免病原體繼續增殖；大量的抗體到達受傷部位後，使病原體的感染能力減弱外，並吸引吞噬細胞靠近吞噬病原體。此部分若有連續性的圖像，更能幫助學生理解反應的機制（輔助教材可參考上述的漫畫或動畫）。進一步可使用表格整理的方式，比較 T 細胞的細胞免疫與 B 細胞的體液免疫（陳俊亨等，2007）。最後以 T 細胞與 B 細胞可留下記憶性細胞（Tm 與 Bm），經一段時間後再次遇到相同病原體，即可快速表現免疫反應。此為二次反應，可用來說明預防針的製作與重要性。

(四) 免疫相關疾病：可視學生需求說明過敏反應、排斥作用、紅斑性狼瘡、嚴重複合型免疫缺乏症 (Severe Combined Immunodeficiency, SCID) 與後天免疫缺乏症候群 (Acquired Immune Deficiency Syndrome, AIDS) 等疾病。過敏反應可先說明過敏原的種類，再以過敏原引發的抗體最後會附著於肥大細胞上，待攜帶抗體的肥大細胞再次遇到相同病原體時，則會釋出組織胺引發發炎反應。排斥作用以器官移植為例，移植器官為外來的構造，會引發吞噬細胞認為是外來病原體而攻擊。紅斑性狼瘡以圖片介紹症狀，再說明發病原因為白血球自我辨識能力異常，導致攻擊自體細胞或組織的一種疾病。SCID 以美國嬰兒大衛 (David Vetter) 為例，出生後需生活於無菌艙中，又稱為泡泡寶寶。此為一群罕見的先天性遺傳疾病，T 細胞發育不良，降低免疫能力。導致易受它種病原體感染，無法自行抵抗治療。最後 AIDS 說明病原體為人類免疫缺乏病毒 (Human Immunodeficiency Virus, HIV)，HIV 會攻擊 T 細胞，降低 T 細胞的免疫能力。為一種因後天感染而降低免疫能力的疾病，因而易受它種病原體感染，無法自行抵抗治療。

綜合上述免疫概念內容的分析，可知免疫的學習枯燥乏味、抽象難懂與機制複雜。所以在教學策略上，建議採用連續圖

像(如動畫或漫畫)吸引學生，增添學習的樂趣。國外有關免疫教學的多媒體範例，亦提供教師相關連結作為參考《The Basics of Immunology》https://www.aai.org/AAI_Site/media/Education/HST/Archive/2017_Potts_Heather_Curriculum.pdf。此種可視化的教材，能讓學生易於理解；當學生「看見」反應過程，則有助於其思考。透過視覺與聽覺感官的刺激幫助學習者學習，亦符合 Mayer 的多媒體學習認知理論(Mayer, 2001)。然而現今的免疫圖解書籍或動畫，大多是以作者對概念理解所詮釋的表徵方式。目前尚無依據課綱中的免疫概念，為中學生製作漫畫或動畫的教材。未來若能開發此類的輔助教材融入教師的正式課程中，應可增加課堂中的樂趣，又能達到有效教學的目的。

伍、參考文獻

一、中文部分

- Felix, M.-I. (葉頌壽與葉頌熙譯)(1978)。西方醫學史。臺北市：當帶醫學。
- Kendall, M.-I. (涂可欣譯)(2001)。免疫兵團。新北市：天下遠見。
- Porter, R. (張大慶譯)(2008)。建橋插圖醫學史。臺北市：如果。
- 王佳與張麗娜(2009)。以學生為主體的醫學免疫學課堂教學。長治學院學報，26(5)，91-92。
- 安保徹(鄭世彬譯)(2017)。繪圖解說-完全免疫學。臺中市：星辰。
- 李宗薇和林作逸(2007)。應用媒體提升國小資優班學生批判思考技能之初探。教育科技與媒體，79，45-55。
- 李新生(2007)。建構以市場為導向的高職院校學生就業機制。職業教育研究，1，77-78。

- 河本宏(卡大譯)(2017)。世界第一簡單免疫學。新北市：世茂。
- 國家教育研究院(2019)。自然科學領域課程手冊。取自 <https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/img/67/106416645.pdf>
- 教育部(1995)。高級中學課程標準。臺北市：教育部。
- 教育部(2004)。普通高級中學課程暫行綱要總綱。臺北市：教育部。
- 教育部(2009)。普通高級中學課程綱要。臺北市：教育部。
- 教育部(2013)。修正普通高級中學課程綱要。臺北市：教育部。
- 教育部(2014)。十二年國民基本教育課程綱要。臺北市：教育部。
- 荻原清文(藍嘉楹譯)(2017)。圖解免疫學。臺中市：星辰。
- 許修誌(2013)。群體健康的守護者—疫苗。科學發展，492，50-57。
- 許照紅(2009)。自然科生物人體三道防線教學模式之初探。中等教育，61(3)，152-163。
- 莊榮輝(2019年07月03日)。細胞大戰-人體免疫的童話故事。取自 <http://juang.bst.ntu.edu.tw/JRH/Cellwar.htm>
- 張德銳(2013)。與時俱進因材施教~十二年國教後中學教學發展趨勢。師友月刊，556，58-62。
- 陳俊亨、張薰勻與張永達(2007)。高中必修生物—「免疫反應」單元應發展之概念與能力。科學教育月刊，299，41-47。
- 黃千晏與何漣漪(2012)。2011年諾貝爾生醫獎—免疫系統。科學發展，472，60-65。

二、英文部分

- Anderson, P. (2013). Understanding immunology. *Journal of Biological Education*. 47(2):135-136. doi: 10.1080/00219266.2012.753105
- Cheng, M.-T., Su, T.F., Huang, W.-Y. & Chen, J.-H. (2014). An educational game for learning human

- immunology:What do students learn and how do they perceive? *British Journal of Educational Technology*, 45(5), 820-833. doi:10.1111/bjet.12098
- Da Rosa, A.C.M., Osowski, L. F., Tocchetto, A. G., Niederauer, C. E., Andrade, C. M. B. & Scroferneker, M. L. (2003). An alternative teaching method for the regulation of the immune response. *Med Educ*, 8(13), 1 - 13.
- Goldsby, R., Kindt, T., Osbome, B. & Kuby, J. (2003). *Immunology (5th ed.)*. NY:W. H. Freeman and Company.
- Kelly, H., Howell, K., Glinert, E., Holding, L., Swain, C., Burrowbridge, A. & Roper, M. (2007). How to build serious games. *Communications of the ACM*, 50(7), 44 - 49.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. NY: Cambridge University Press.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson. P. W. & Gertzog, W. A.(1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.

投稿日期：108 年 7 月 10 日

接受日期：108 年 11 月 1 日

The Analysis and Instructional Suggestions for the Immunology Learning Content in Past Curriculum Guidelines

Tao-Jen Yang^{1,2} and Meichun Lydia Wen^{1*}

¹Graduate Institute of Science Education, National Changhua University of Education

²National Hemei Experimental School

Abstract

The learning of immunology knowledge not only helps to understand and treat disease, but also helps individuals to prevent disease. This study analyzed the changes of the most recent five Curriculum Guidelines in Taiwan and found that immunology learning could be divided into two phases: basic courses and advanced courses. However, the first four Curriculum Guidelines all scheduled the learning of immunology at senior-high-school level, while the latest Guidelinewill adjust the basic immune content to the first year of the junior-high school in 2019. After analyzing the adjustment of study period, we found some problems relating to learning and teaching: (1) How do junior high school student learn complex immunology? If the junior high teachers have not taught immunology in the past, how will they teach effectively now? (2) After seventh-grade students first learn basic courses, how will their biology teachers assist them to connect the learning content to advanced courses in 12th grade? (3) Because junior-high students have no immunology learning experiences before the implementation of the newest Guidelines, and also the basic biology of the new senior-high curriculum does not include immunology, how do those students entering senior high schools in the past three school years (2019, 2020, 2021) learn immune-related knowledge? Therefore, we recommend that the seventh-grade immunology textbooks should be simplified and only covering the function of the immune system instead of the reaction mechanism. Senior high school teachers should arrange a two-credit connecting course according to the Curriculum Guidelines to teach the basic immunology content in the old Curriculum Guidelines. In addition, to clearly understand the content of immunology learning, we further analyzed the content of immunology knowledge in the previous years. We conclude that there are 4 constructs, 10 dimensions, and 20 concepts of immunology learning content. Finally, we suggest that senior-high teachers could teach their students the basic immune course with teaching aids using continuous images, such as comics or animation, to facilitate effective learning.

Keywords: curriculum guidelines, immunology, teaching strategy

* corresponding author. mlwen@cc.ncue.edu.tw