
以 108 課綱與美國科學素養標準探討 國中自然科學教科書 ～以『人類的循環系統』為例

陳秀溶^{1*} 蔡顯馨²

¹彰化縣立彰泰國民中學

²國立彰化師範大學 生物學系

壹、前言

108 學年度七年級課程正式實施所謂的十二年國民基本教育課程綱要總綱(教育部, 2014)即是所謂的「108 課綱」, 目前教科書的編輯主要是依據 2018 年所公告之自然科學領域綱要(教育部, 2018)編輯而成。現今國內教科書的編輯是採「一綱多本」的方式, 各家出版社依據課綱中的主題、次主題、學習內容進行課文內容的編寫, 只有規範大原則並無詳細到概念的單位。故將國內目前三家市佔率最高的自然科學教科書中「人類的循環系統」與「人體的防禦作用」編寫內容進行分析比較, 對照其是否有符合 108 課綱的規範, 過程中會與兩位具有科學教育背景的專家討論, 進行內容效度檢驗, 內容效度指數為 1。並將 108 課綱與美國科學促進協會(American Association for the Advancement of Science, AAAS) 針對循環系統與免疫課程所提出的科學素養標準(Benchmarks

for Science Literacy)進行比較, 看兩者課程規劃中學習內容之核心概念學習部分差異有多少。

貳、美國科學素養標準與現行 108 課綱比較

一、美國科學素養標準「循環系統」與「人體的防禦作用」概念分析

AAAS(1993, 2009)提出科學素養標準, 描述在不同階段希望學生能達到何種理解水平與能力水準, 於 1993 年提出後, 2009 年更新過一次。其內容包含有科學本質(The Nature of Science)、數學本質(The Nature of Mathematics)、科技本質(The Nature of Technology)、物理的環境(The Physical Setting)、生命的環境(The Living Environment)、人類生物體(The Human Organism)、人類社會(Human Society)、設計的世界(The Designed World)、數學的世界(The Mathematical World)、歷史觀點(Historical Perspectives)、共同議題

*為本文通訊作者

(Common Themes)、心智的習性(Habits of Mind)等十二個章節。

在第六章「人類生物體」內容中，涵蓋了人類身份(Human Identity)、人類發展(Human Development)、基本功能(Basic Functions)、學習(Learning)、生理健康

(Physical Health) 與 心理 健康 (Mental Health)等六個單元。其中與「循環系統」和「人體的防禦作用」相關的是「基本功能」與「生理健康」單元，其核心概念與教授年級如表 1 所示。

表 1、Benchmarks for Science Literacy 循環與免疫部分核心概念與教授年級一覽表

	年級	1993 年代	2009 年代
基本功能單元	3-5	1. 皮膚可以保護人體免受有害物質和其他生物的侵害以及防止皮膚乾燥。	1. 皮膚可以防止身體乾燥，並保護身體免受有害物質和細菌的侵害。
	6-8	1. 循環系統將氧氣、養分運輸至需要的細胞，並將廢物與二氧化碳運輸離開。 2. 體內有特定的細胞產生抗體，用以識別並破壞進入體內的微生物。	1. 循環系統將氧氣、養分運輸至需要的細胞，並將廢物與二氧化碳運輸離開。 2. 體內有特定的細胞產生抗體，用以識別並破壞進入體內的微生物。
	9-12	1. 免疫系統主要是消滅來自體外的微生物和異物以及內部產生的某些癌細胞。	1. 免疫系統主要是消滅來自體外的微生物和異物以及內部產生的某些癌細胞。
生理健康單元	3-5	1. 人體有眼淚、唾液、皮膚、胃酸都可防止細菌進入人體。 2. 有些疾病人類只會感染一次。他們康復之後，就不會再生病了。 3. 接種疫苗可以預防許多疾病。	1. 皮膚、流淚、分泌唾液都可防止許多細菌進入體內，還需要特殊的細胞來抵抗已進入體內的細菌。 2. 有些疾病人類只會感染一次。他們康復之後，就不會再生病了。 3. 通過注射殺死或弱化的細菌可以預防許多疾病，從而使人們不會感染該疾病。
	6-8	1. 白血球會吞噬入侵者，或產生攻擊它們或標記它們被其他白血球殺死的抗體。 2. 產生的抗體將保留下來，並可以抵抗往後進入人體的同類入侵者。	1. 白血球會吞噬入侵者，或產生攻擊它們或標記它們被其他白血球殺死的抗體。 2. 產生的抗體將保留下來，並可以抵抗往後進入人體的同類入侵者。 3. 疫苗可誘導人體增強對某種疾病的免疫力，而不會引發該疾病。

年級	1993 年代	2009 年代
9-12	<ol style="list-style-type: none"> 1. 某些過敏反應是由人體對無害的環境物質引發免疫反應導致。 2. 有時，免疫系統可能會攻擊人體某些自身細胞。 3. 一些病毒性疾病，例如愛滋病，破壞了免疫系統的關鍵細胞，使人體無法應對多種感染因子和癌細胞。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 某些過敏反應是由人體對無害的環境物質引發免疫反應導致。 2. 有時，免疫系統可能會攻擊人體某些自身細胞。 3. 一些病毒性疾病，例如愛滋病，破壞了免疫系統的關鍵細胞，使人體無法應對多種感染因子和癌細胞。

資料來源：American Association for the Advancement of Science. (1993, 2009). Benchmarks for Science Literacy. Project 2061. Retrieved from <http://www.project2061.org/publications/bsl/online/index.php?chapter=6#C2>

由表 1 可看出美國科學素養標準在「生理健康」單元於 1993 年提出後，在 2009 年內容有所修正，在 3-5 年級階段原先只提及「接種疫苗可以預防許多疾病」，但於 2009 年內容更加詳盡，修正為「通過注射殺死或弱化的細菌可以預防許多疾病，從而使人們不會感染該疾病」；在 6-8 年級階段，於 2009 年新增了「疫苗可誘導人體增強對某種疾病的免疫力，而不會引發該疾病」。由此可見，修正的部分都是在於人體防禦作用與「疫苗」相關的學習內容，使學生對於疫苗的製程與功用有更全面的了解。

二、九年一貫課綱、高中課綱與 108 課綱中「循環」與「人體防禦作用」介紹

將九年一貫課程綱要自然與生活科技學習領域(教育部, 2008)、普通高級中學課程綱要(教育部, 2009)與十二年國民基本教育課程綱要自然科學領域(教育部, 2018)中關於「循環」與「人體防禦作用」

之學習內容整理如表 2 所示。

由表 2 可看出，九年一貫課程綱要自然與生活科技學習領域(教育部, 2008)

與普通高級中學課程綱要(教育部, 2009)所規劃的學習內容多有重複，如：國中介紹各種動物的循環系統，故會提及「開放式」與「閉鎖式」循環系統，這與高中選修生物內容重疊；而人體的循環系統會介紹到心臟、血管、血液與淋巴循環與高中基礎生物(1)和選修生物內容有所重疊。

108 課綱因自然領域節數縮減且希望教師在教學中融入探究活動培養學生多方面的學習表現能力，故在學習內容更加精鍊，盡可能將國小、國中與高中課程縱貫起來減少重疊的課程內容介紹，故將原先九年一貫課綱之「瞭解人體及動物的循環系統及功能」範圍縮小至介紹「人體」之循環系統，不再介紹「開放式」與「閉鎖式」循環系統，另一個修正的地方是將原本高中才介紹的免疫部分內容移至國中課程。

表 2、九年一貫課綱、高中課綱與 108 課綱「循環」與「人體防禦作用」學習內容比較

課綱	年級	主題	次主題	學習內容
九年一貫課綱	7-9	生物的構造與功能	動物的構造與功能	1. 瞭解人體及動物的循環系統及功能
高中課程綱要 基礎生物(1)	9-12	動物體的構造與功能	循環	1. 心臟、血管與運輸 2. 血壓
			防禦	1. 淋巴系統與淋巴循環 2. 專一性與非專一性防禦
高中課程綱要 應用生物(2)	9-12	生物科學與醫藥	抗生素與疫苗	1. 抗生素的使用與發現 2. 疫苗的種類與生產
高中課程綱要 選修生物	9-12	動物的循環	循環的類型	1. 開放式循環 2. 閉鎖式循環
			循環系統	1. 心血管循環系統
			循環的功能	1. 淋巴循環系統 2. 血液的功能與淋巴的功能
		人體的防禦	病原體	1. 病毒與細菌
			免疫系統	1. 免疫細胞的起源和種類 2. 免疫器官
			免疫作用	1. 先天性免疫力 2. 後天獲得的免疫力 3. 免疫失調
108 課綱	7-9	生物體的構造與功能	動植物體的構造與功能	動物體(以人體為例)的循環系統能將體內的物質運輸至各細胞處,並進行物質交換。並經由心跳、心音及脈搏的探測,以了解循環系統的運作情形。
			生物體內的恆定性與調節	皮膚是人體的第一道防禦系統,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免疫作用。
	9-12	生物體的構造與功能	動植物體的構造與功能	動物體的器官系統之構造與功能。 動物體的防禦構造與功能。

三、美國科學素養標準與 108 課綱中「循環」與「人體防禦作用」學習內容比較

比較表 1 與表 2 之學習內容，可發現美國的課程規劃自 3-5 年級即開始有「人體防禦」相關內容教授，而 108 課綱的課程規劃在國小階段並無任何關於循環與免疫之學習內容；另一個相異之處是 AAAS(1993, 2009)所提之關於循環和人體防禦之科學素養標準均著重於人體部分並無牽扯至其他動物的介紹，而 108 課綱國中階段著重在「人體循環系統」與「人體的防禦作用」，但高中選修生物的課程內容就涵蓋了其他動物之介紹。

參、不同版本自然科學教科書內容分析比較

本文針對目前市場佔有率最高的三個版本之 108 學年七年級自然科學教科書內容，由名詞含量、教材組織順序、學習概念三個面向，對「循環系統」與「人體的防禦作用」單元的教材內容進行比較。

一、「循環系統」與「人體的防禦作用」單元名詞整理和比較

分析整理 108 學年出版之七年級教科書市場佔有率最高的三個版本之人體循環系統與人體的防禦作用單元中，出現在課文、圖、活動與補充在課文旁的名詞，如表 3 所示。

由表 3 可看出三個版本中，課文均有提及且用藍體字印刷標示其重要性的名詞

共有 19 個，分別為血液循環（系統）、心臟、左心房、右心房、左心室、右心室、血管、血液、血漿、血球、紅血球、白血球、血小板、體循環、肺循環、肺泡、淋巴、淋巴管、淋巴結；有些名詞在部分版本有用藍體字印刷有些版本則無，共有 8 個，分別為瓣膜、動脈、微血管、靜脈、血紅素、淋巴循環、組織液、病原體；皮膚、黏膜與疫苗在三個版本中課文中均有提及但未用藍體字印刷標示；心搏、脈搏、心音、主動脈、小動脈、小靜脈、大靜脈、肺動脈、肺靜脈、肺部微血管、上大靜脈、下大靜脈等 12 個名詞，有的版本課文與圖中都有出現，有的版本僅出現在圖中；而開放式循環、閉鎖式循環、心肌、動脈硬化、血壓、充氧血、缺氧血、淋巴器官、皮膜的阻隔、發炎反應、淋巴球等 11 個名詞僅出現在部分版本。

由表 3 可看出不同版本間名詞呈現的模式則有所差異，有些版本同樣的名詞以課文、圖與活動實作...等不同的表徵反覆出現在教材中，在 A 版本有此現象的名詞高達 38 個約佔總名詞量的 81%；B 版本則有 27 個約佔總名詞量的 54%；C 版本則有 25 個約佔總名詞量的 56%，可看出 A 版本除課文描述過之外，同時會以其它表徵再次呈現，使學生有對此名詞的認識加深，但易使教材篇幅量增多，反觀 B 與 C 版本的課文、圖與活動實作呈現的重複性較少，相形之下圖片或活動表徵中都蘊藏了不少課文沒有提及的名詞概念，需仔細解讀圖或活動中傳達的訊息。

表 3、不同版本教科書「人體循環系統」與「人體的防禦作用」單元主要名詞比較表

	A	B	C
血液循環（系統）	●	●	●
開放式循環		●□	
閉鎖式循環		●□	
心臟	●□	●□	●□
左心房	●□	●□	●□
左心室	●□	●□	●□
右心房	●□	●□	●□
右心室	●□	●□	●□
瓣膜	●□	●□	○
心搏	●	●	■
脈搏	●■	■	■
心音	■	■	■
心肌		○	
血管	●	●	●
動脈	●□■	●□■	○□■
動脈硬化		■	
血壓	●	○	
微血管	●□■	●□■	○□■
靜脈	●□■	●□■	○□■
血液	●□	●□	●□
血漿	●□	●□	●□
血球	●□	●□	●□
紅血球	●□	●□	●□
白血球	●□	●□	●□
血小板	●□	●□	●□
血紅素	●	●	○
體循環	●□	●□	●□
肺循環	●□	●□	●□

	A	B	C
主動脈	●□	□	□
小動脈	●□	□	□
小靜脈	●□	□	□
大靜脈	●□	□	□
肺動脈	●□	□	□
肺靜脈	●□	□	□
肺泡	●□	●□	●□
肺部微血管	●□	●□	□
充氧血	○□		●□
缺氧血	○□		●□
上大靜脈	□	□	□
下大靜脈	□	□	□
淋巴循環	●□	○□	○□
淋巴	●□	●□	●□
淋巴管	●□	●□	●□
淋巴結	●□	●□	●□
淋巴器官		○	
組織液	●□	●□	○□
皮膚	○□	○	○
黏膜	○□	○	○
皮膜的阻隔		●	
病原體	○□	●	○
發炎反應	●□	●□	
淋巴球	●□		○□
疫苗	○	○	○

註：●：課文提及該名詞，並以藍色字表示

○：課文提及該名詞，但並未藍色字表示

□：在圖片中出現該名詞

■：在活動中出現該名詞

二、「人體循環系統」與「人體防禦作用」單元教材組織順序比較

分析 108 學年出版之七年級教科書市場佔有率最高的三個版本之「人體循環系統」與「人體防禦作用」單元教材組織順序，A 版本將其安排在自然第一冊第四章

生物體內的運輸之第二與第三小節；B 版本則安排在第三章生物的運輸與防禦之第三與第四小節；C 版本安排在第四章生物體的運輸作用之第三與第四小節。三個版本不約而同的都是用二個小節呈現「人體循環系統」與「人體防禦作用」教材內容，其教材呈現順序如表 4 所示。

表 4、不同版本教科書「人體循環系統」與「免疫」單元教材組織順序比較

版本	A	B	C
第一小節	介紹人體血液循環的組成 ↓ 介紹心臟、血管、探討活動：血液如何流動？ ↓ 介紹血液 ↓ 實驗：探測心音與脈搏 ↓ 介紹體循環與肺循環	介紹開放式循環與閉鎖式循環 ↓ 介紹人體血液循環的組成 ↓ 介紹心臟、探索活動：探測人體的心音與脈搏 ↓ 介紹血管、血液 ↓ 介紹肺循環和體循環 ↓ 介紹淋巴循環 ↓ 實驗：觀察血液的流動	介紹人體血液循環的組成 ↓ 介紹血液、心臟、血管 ↓ 介紹體循環與肺循環 ↓ 活動：血液流動的觀察 ↓ 活動：探測心音與脈搏
第二小節	↓ 介紹淋巴循環 ↓ 介紹人體的防禦作用	↓ 人體的防禦作用介紹	↓ 介紹淋巴循環 ↓ 介紹人體的防禦作用

由表 4 可看出三個版本教科書都是先介紹血液循環系統再進入淋巴循環系統，最後介紹人體的防禦作用，而活動設計不約而同的都是魚的尾鰭血液流動觀察與探測心音與脈搏。三個版本教科書相異之處為 A 與 C 版本第一小節的內容都是介紹血液循環與兩個實驗活動，第二小節的內容為淋巴循環與人體的防禦作用，而 B 版本則是將淋巴循環併入第一小節，整個第二小節介紹人體的防禦作用，故對於人體的防禦作用內容相較於 A 與 B 版本而言詳盡許多；另一個相異之處即是 B 版本較其他版本多介紹了「開放式循環」與「閉鎖式循環」。

三、「人體循環系統」與「人體防禦作用」單元概念內容分析

分析 108 學年出版之七年級教科書市場佔有率最高的三個版本之課文、課文旁的補充資料、活動實作中的文字描述...等，整理出「人體循環系統」與「人體防禦作用」單元內所欲教授的概念內容，其中有些概念是某一特定版本才有提及，如表 5 所示；而有些概念則三個版本均有教授，如表 6 所示。

由表 5 可看出，某些概念在三個版本的教科書中，僅一個版本未呈現，如表 5 中概念內容 2、3、4、5、6、7、11、12、13、16、19 與 20；而有些概念僅一個版本提及，如表 5 中概念內容 1、8、9、10、14、15、17 與 18。由此可看出，一綱多本下各家出版商解讀課綱所編出的教材間，

仍存在著差異性。

由表 6 可看出大多數概念三個版本都有用文字呈現於教材中，但特別的是某些概念有的版本在課文中有呈現，但有些版本僅在圖片中呈現並無以文字表徵呈現，如表 6 中的概念內容 18、33、34、35 與 40；或是有版本僅在活動中呈現，如表 6 中的概念內容 8，C 版本雖無提及一次心跳有兩個心音，但活動中有要計算心搏次數與脈搏次數的關係，故學生還是要瞭解「一次心跳有兩個心音」概念。由此可看出，雖無以文字表徵出現於教科書內，但圖或活動中也都蘊含了要傳達的概念。

四、三版本之自然科學教材編輯是否符合 108 課綱

108 課綱相較於九年一貫課綱而言，將循環系統限縮於介紹人體循環系統，且增加了人體防禦作用介紹，不似九年一貫課綱時僅介紹淋巴循環之淋巴結有過濾病原體功能，故 A、B 與 C 三個版本均在課文中添加人體的非專一性防禦與專一性防禦內容，符合新課綱的要求，其中 A 與 C 版本所佔篇幅不多為精要的介紹，而 B 版本則是利用整個小節將人體的防禦作用做詳盡的介紹。

因 108 課綱將循環系統限縮於介紹人體循環系統，A 與 C 版本不再介紹其他動物如：蝗蟲、蚯蚓的循環系統，亦無提及開放式與閉鎖式循環，但 B 版本仍保留，恐易導致學習內容增多造成教學現場教師時間的壓迫，減少實施探究教學之意願。

表 5、不同版本教科書「人體循環系統」與「人體防禦作用」單元教授概念比較

概念內容	A	B	C
1.開放式循環與閉鎖式循環介紹		◎	
2.心臟的收縮與舒張稱為心搏	◎	◎	
3.成年人的心搏一分鐘約72次	◎	◎	
4.運動後心搏與脈搏加快	◎		◎
5.血液在血管中流動時對血管壁產生壓力，稱為血壓	◎	◎	
6.血管壓力動脈最大	◎	◎	
7.注射或抽血時，通常會從靜脈	◎	◎	
8.血漿的成分中含有抗體	◎		
9.白血球數目變化可協助醫生診斷病情		◎	
10.血液中膽固醇過高易造成動脈硬化，甚至導致心肌壞死		◎	
11.肺循環、體循環同時進行	◎	◎	
12.血液帶有較少的氧，稱為缺氧血	◎		◎
13.血液含有較多的氧，稱為充氧血	◎		◎
14.有些淋巴管內有瓣膜		◎	
15.病原體感染處附近的淋巴結可能會腫大			◎
16.顯微鏡下血管內流動的小顆粒為紅血球		◎	◎
17.病毒或細菌等微生物，有些會導致生病，稱為病原體		◎	
18.消化器官分泌的酵素或鹽酸，也可破壞隨食物中的病原體		◎	
19.發炎反應介紹	◎	◎	
20.牛痘疫苗科學史	◎	◎	

註：◎：教科書中文字呈現該概念

表 6、不同版本教科書「人體循環系統」與「人體防禦作用」單元均有教授概念

概念內容	A	B	C
1.血液循環由心臟、血管、血液組成	◎	◎	◎
2.心臟分左心房、右心房、左心室、右心室四個腔室	◎	◎	◎
3.心臟內有瓣膜防止血液逆流	◎	◎	◎
4.心臟收縮、舒張，是血液流動的動力來源	◎	◎	◎
5.心臟收縮擠壓血液進入動脈，心臟舒張血液由靜脈流回心臟	◎	◎	◎
6.心音是血液衝擊心臟內的瓣膜所產生的聲音	◎	◎	◎
7.動脈週期性擴張及復原形成脈搏	◎	◎	◎
8.一次心搏產生兩個心音	◎	◎	實
9.心臟由肌肉構成(心肌)	◎	◎	◎
10.同一個人的心搏=脈搏(活動)	◎	◎	◎
11.血管分動脈、靜脈、微血管三種	◎	◎	◎
12.動脈將血液帶離心臟，最粗的動脈和心室相接	◎	◎	◎
13.微血管管壁薄僅有一層細胞厚度，為物質交換之處	◎	◎	◎
14.微血管血液匯流成靜脈，最後與心房相連將血液送回心臟	◎	◎	◎
15.靜脈管壁較動脈薄且彈性差	◎	◎	◎
16.靜脈管內有瓣膜協助血液回流	◎	◎	◎
17.管壁厚度依序為動脈>靜脈>微血管	◎	◎	◎
18.管腔大小依序為靜脈>動脈>微血管	圖	◎	圖
19.管壁彈性依序為動脈>靜脈	◎	◎	◎
20.血液由血漿、血球組成	◎	◎	◎
21.血漿主要成分是水、養分、廢物、激素	◎	◎	◎
22.血球包含紅血球、白血球、血小板	◎	◎	◎
23.紅血球含血紅素能與氧結合，可運送氧氣	◎	◎	◎
24.血球數量紅血球>血小板>白血球	◎	◎	◎
25.血球體積白血球>紅血球>血小板	◎	◎	◎
26.有些白血球可穿過微血管壁至組織間吞噬病菌	◎	◎	◎
27.有些白血球(淋巴球)可產生抗體	◎	◎	◎
28.血小板體積最小，可幫助血液凝固	◎	◎	◎

概念內容	A	B	C
29.人體血液循環的途徑可分為肺循環和體循環	◎	◎	◎
30.肺循環是肺和心臟間的血液循環	◎	◎	◎
31.體循環是身體其他部位與心臟之間的血液循環	◎	◎	◎
32.體循環、肺循環路徑介紹	◎	◎	◎
33.循環路徑血液含氧量高低介紹	◎	圖	圖
34.氧氣從肺泡擴散到血液中，二氧化碳從血液擴散到肺泡	◎	◎	圖
35.身體組織的氧氣與二氧化碳氣體交換描述	◎	◎	圖
36.淋巴循環系統包含淋巴、淋巴管和淋巴結	◎	◎	◎
37.血漿自微血管滲出至組織細胞間稱為組織液	◎	◎	◎
38.組織液滲入淋巴管中稱為淋巴	◎	◎	◎
39.淋巴由淋巴管送回靜脈	◎	◎	◎
40.淋巴結主要位於頸部、腋下、鼠蹊部及內臟器官旁	圖	圖	◎
41.淋巴結中的白血球可過濾病原體	◎	◎	◎
42.血液流向依序為動脈、微血管、靜脈	◎	◎	◎
43.血液流速依序為動脈>靜脈>微血管	◎	◎	◎
44.人體的防禦作用中，第一道防線是皮膚及黏膜	◎	◎	◎
45.專一性防禦介紹	◎	◎	◎
46.疫苗是利用專一性防禦作用的記憶性	◎	◎	◎

註：◎：教科書中文字呈現該概念

圖：教科書中並無文字呈現該概念，但由圖中可看出該概念。

實：教科書中並無文字呈現該概念，但由活動實作中可習得該概念

肆、討論

余翠娟(2005)提出因循環系統會與呼吸運動、消化作用、排泄作用、呼吸作用都有相關，所以學生必須將這些觀念完整的學習並融會貫通，才有辦法確實的理解循環系統，所以原本已是不易確實學習的系統，再加上和其他系統作用的關聯下顯得更加複雜。許朝貴(1994)指出有高達 62% 的受訪學生覺得對血液循環章節的學習

有困難。Chi(1991)指出因循環系統是一個複雜的互動系統，而且學習者對人體內的心臟、血球、淋巴...等無法直接觀察，所以增加學習的困難度。由前人研究可看出循環系統對學生而言有一定的困難度。

循環系統是抽象不可親近的知識，若是利用文字的敘述來介紹想表達的內容知識，則必是長篇大論，但若使用圖文呈現則可省去不少文字贅述，大大縮減閱讀所

需的時間，使學習者改變對循環系統內容深感困擾的觀點(許照紅、許德發、許瑞珍，2009)，且因圖片較文字在觀念的傳遞更讓人淺顯易懂(許良榮、邱月玲，2003)，故調查圖片在生物教學上的重要性，發現生物教師對此都抱持著正面的態度(藍嘉淑，2000)。因此由表 3 與表 5 的整理可看出，教科書編輯想運用各種不同的表徵，讓學生對概念有更佳的學習成效。

伍、結論與建議

一、結論

由 AAAS(2009)所提出之科學素養標準，可發現美國的課程規劃小學 3-5 年級即開始有「人體防禦」相關內容教授，而我國的學生要至 7-9 年級才開始有相關內容的學習。且 AAAS 所提之關於循環和人體防禦之科學素養標準之學習內容核心概念均著重於人體部分，而我國 108 課綱的課程內容規劃是 7-9 年級著重在「人體循環系統」與「人體的防禦作用」，但高中選修生物課程內容即會涵蓋到其他動物循環介紹。

分析三個不同版本七年級的自然科學「人體循環系統」與「人體防禦作用」單元內容，A 版本在課文、圖、表中都反覆呈現相同名詞與類似概念，用不同的表徵呈現相同的內容；而 C 版本相較而言則是在圖中已呈現的內容，課文中即不再贅述，所以編排版面簡單扼要清爽許多，但相對而言圖中包含了許多重要的訊息，需好好加以解讀。

108 課綱課程規劃將循環系統內容介紹限縮至人體循環系統，並增加了人體

防禦作用介紹。針對「人體循環」部分，A 與 C 版本不再介紹其他動物如：蝗蟲、蚯蚓的循環系統，亦無提及開放式與閉鎖式循環，但 B 版本的課文介紹仍保留。108 課綱希望少點教學內容，多些時間實行探究，故 B 版本詳盡的課程內容規劃怕擠壓到現場教師實施探究的教學時間與意願。針對「人體防禦作用」部分，三個版本因應新課綱的要求，均有將人體的非專一性防禦與專一性防禦加到課程內容中，其中 A 與 C 版本是較為精要的介紹，而 B 版本則是利用整個小節的篇幅做詳盡的介紹。

二、建議

針對分析結果對課綱、教科書編輯委員與教學者提出建議。

(一) 對課綱的建議

由 AAAS(2009)所提出之科學素養標準，可發現美國的課程規劃自 3-5 年級即開始有「人體防禦」相關內容教授，而我們卻是國中階段才開始。建議可如同 AAAS 般將皮膚與黏膜對我們的保護作用、有些疾病人類感染康復後就不會再生相同的病、透過注射疫苗使人類不會感染某些疾病...等概念提前至國小階段教授。讓人體防禦作用概念向下紮根。

(二) 對教科書編輯者的建議

傳統課程缺少了和每天生活世界的關

聯性，與學生的日常生活脫節，不但沒有學習興趣也無法將其應用在生活中。故 108 課綱強調「素養導向」即是要改革此種狀況，所以若在教學中或是課程的編排設計能盡量與學生的生活經驗結合將更能引起學生的學習動機和興趣，也促使學生能在日常生活中運用學校所學的科學知識，達成科學素養的教學目標。在教科書分析過程中看到了一些與日常生活經驗較貼近的內容，如：三個版本活動中都有提及的心跳與脈搏；A 與 B 版本的「注射或抽血時，通常會從靜脈」；C 版本的「病原體感染處附近的淋巴結可能會腫大」...等都將生活情境帶入課堂中。希望教科書的編輯能適時的在相關部分和學生經驗或健康醫療部分作連結使學校科學課程可以更平易近人。

(三) 對教學者的建議

因教科書中的圖形表徵蘊藏了許多的概念，尤其是 C 版本中課文描述與圖的訊息幾乎不重疊，而在以往的研究中發現學生無法對圖形做適當的建構，或是學生會忽略圖形中的某些訊息，使得圖形輔助理解概念的功効降低(許朝貴，1994)，且圖片的標視須清楚、老師教學時要適度的引起學生閱讀動機、指導學生閱讀圖文，圖片才會有助於學生的學習(卓明慧，2002)。由此可見教師須更注意引導學生仔細察覺圖中想傳達的訊息，才能對學生的學習有所助益。

參考文獻

- 余翠娟(2005)。以人本建構主義觀點所設計的教學對國一學生學習生物統整概念之影響。未發表碩士論文，國立高雄師範大學科學教育研究所。
- 卓明慧(2002)。一學生處理生物學圖片與文字敘述之研究。未發表碩士論文，國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 許朝貴(1994)。國一學生理解人體血液循環途徑的困難分析。未發表碩士論文，國立彰化師範大學科學教育研究所。
- 許良榮、邱月玲(2003)。不同的科學圖文配置對學生閱讀學習的影響-以「月相概念」為例。台中師院學報，17，283-309。
- 許照紅、許德發、許瑞珍(2009 December)。從圖本建構心肺循環概念認知診斷工具之初探。論文發表於 2009 科學教育學術研討會，台北：國立台灣師範大學。
- 教育部(2014)。十二年國民基本教育課程綱要總綱。臺北市：作者。
- 教育部(2018)。十二年國民基本教育課程綱要自然科學領域。臺北市：作者。
- 教育部(2008)。九年一貫課程綱要自然與生活科技學習領域。臺北市：作者。
- 教育部(2009)。普通高級中學課程綱要。臺北市：作者。
- 藍嘉淑(2000)。片在國中生物科教學的角色及其對學生圖片理解之影響。未發表碩士論文，國立高雄師範大學科學教育研究所。
- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York, NY: Oxford University Press.
- American Association for the Advancement of Science. (2009). *Benchmarks for Science Literacy*. Retrieved from <http://www.project2061.org/publications/bsl/online/index.php?>
- Chi, M. T. H. (1991). *Learning in a non-physical science domain: The human circulatory system*. Unpublish manuscript. ED:342629.