

## 第五章 討論、結論與建議

本研究主要探討不同圖形對於學生學習神經系統的影響。教師在教學活動進行中，往往需要課本中的圖形來輔助教學，而圖形的設計是否有達到其預設的教學功能，學生本身對於圖形的解讀如何，教師又應該如何幫助學生去閱讀與理解圖形，均是十分值得重視的問題。故本章第一節將提出本研究的討論與結論，並在第二節提出未來教學和研究上的建議。

### 第一節 討論與結論

#### 一、討論

- 1.不同表徵結構的神經系統圖形，在神經系統圖形問卷中所顯示的神經系統學習成果，是否有差異？
  - (1)由下表5-1-1顯示，無論是敘述性表徵結構，或是概念性表徵結構，均以閱讀SFL圖形的成效較佳。
  - (2)由下表5-1-1顯示，唯一沒有達到顯著差異的項目為敘述性結構中的「幾何象徵」，所謂幾何象徵是指以幾何圖形（如箭號）來當作過程，以神經系統圖形問卷中第3-2、3-3和3-5題而言，是指神經傳導途徑中的紅色箭號之意義。研究結果顯示傳統神經傳導途徑示意圖與SFL神經傳導途徑示意圖之紅色箭號所代表的意義，對於學生的讀圖理解並無造成差異。
  - (3)由晤談結果可知，閱讀傳統神經傳導途徑示意圖的學生有50%認為紅色箭號不清楚或有點太小，而閱讀SFL神經傳導途徑示意圖的學生則100%認為紅色箭號很清楚，然而，卻不足以造成「幾何象徵」的項目達到顯著差異。因為紅色箭號即使較不清楚，但是學生仔細去看還是可以判斷出它的方向。但是，神經系統圖形問卷中第3-5題：「感覺神經元和運動神經元訊息傳導的方向為何？」傳統圖形和SFL圖形答對率分別是63%和65%，且並未達到顯著差異，代表神經傳

導的概念較難、較複雜，科學概念的傳導方向是指「傳入中樞」與「由中樞傳出」，而學生卻可能產生「同樣是順時針方向」的另有概念。

表5-1-1 閱讀不同表徵結構圖形的學生在神經系統圖形問卷的得分情形

神經系統圖形問卷		得分平均(分)		顯著性 (P 值)
		SFL 圖形	傳統圖形	
表徵結構	敘述性結構 (8分)	6.13	5.15	0.000<0.05
	概念性結構 (12分)	9.74	7.27	0.000<0.05
敘述性結構 之細目	動作過程(3分)	2.54	1.87	0.000<0.05
	轉換過程(2分)	1.29	1.06	0.026<0.05
	幾何象徵(3分)	2.30	2.23	0.553>0.05
概念性結構 之細目	分類過程(3分)	2.46	2.01	0.002<0.05
	分析過程(4分)	3.17	2.53	0.000<0.05
	象徵過程(5分)	4.10	2.90	0.000<0.05
神經系統概念(20分)		15.86	12.41	0.000<0.05
神經系統構造概念(8分)		6.51	5.17	0.002<0.05
反射作用概念(6分)		5.01	3.32	0.000<0.05
神經傳導途徑概念(6分)		4.33	3.92	0.042<0.05

註：灰色網底代表有達到顯著差異

## 2. 閱讀傳統圖形和 SFL 圖形在「一對一半結構晤談」的結果，是否有差異？

整體而言，在 15 題晤談問題中，「神經系統構造」、「頸部之腦神經」、「反射作用圖形中不同顏色箭號的意義」、「脊髓的功能」、「反射作用和意識作用的控制中樞」、「反射作用有無經過大腦」、「神經傳導途徑」、「神經傳導圖形之紅色箭號」、「神經傳導方向」、「感覺神經元和運動神經元的構造」等問題，以閱讀 SFL 圖

形之學生回應較佳。

### 3. 模態對於學生讀圖理解是否有影響？

- (1) 相較於表徵結構對於閱讀理解影響的差異具有明顯的顯著性，模態對於閱讀理解的影響之證據則較為薄弱。
- (2) 在「神經系統構造圖」與「反射作用示意圖」中，傳統圖形與 SFL 圖形之模態均相同（參閱表 3-1-6、表 3-1-7），然而「神經傳導途徑示意圖」中，傳統圖形與 SFL 圖形之模態則相異（參閱表 3-1-8），故比較神經系統圖形問卷中「神經傳導途徑示意圖」：第 3-1 至 3-6 題，可探討不同模態的圖形對於學生閱讀理解之影響。
- (3) 第 3-1 至 3-6 題的獨立樣本 t 考驗均無達到顯著差異（參見表 4-4-10），不過在「第三大題」的獨立樣本 t 考驗卻有達到顯著差異（參見表 4-4-7），所以整體而言，不同「模態」的圖形對於學生的讀圖理解，仍是有影響的。
- (4) 以「神經傳導途徑示意圖」的模態而言，若採用自然寫實編碼取向，傳統圖形為高模態，對於學生讀圖的理解助益卻較差，而 SFL 圖形雖為低模態，但對讀圖理解則較有助益；若採用抽象性編碼取向，SFL 圖形為高模態，對於學生讀圖的理解助益較佳，反之傳統圖形為低模態，不利於學生的讀圖理解。故本研究支持相關提示學派的理論，亦即真實圖形會干擾學習，圖形應該簡單明瞭，只包含與學習有關的訊息，盡量減少不相關的細節。

### 4. 框架性對於學生讀圖理解是否有影響？

「神經系統構造圖」方面，傳統圖形只有一個無框線的框架，而 SFL 圖形有兩個具有框線的框架，研究結果顯示：SFL 圖形對於學生神經系統構造的概念之學習較有助益；「神經傳導途徑示意圖」方面，傳統圖形只有一個無框線的框架，而 SFL 圖形有兩個無框線的框架。研究結果顯示：SFL 圖形對於學生神經傳導途徑的概念之學習較有助益。由此可知，框架性是影響學生讀圖理解之因素之一。

5. 研究對象中，國一和國二的讀圖理解是否有差異？

(1)本研究之研究對象為已學習過神經系統單元之學生，包含北縣某國中之國一兩個班級和國二兩個班級，其中國一學生施測時間為學習神經系統單元後約達三個月，而國二學生施測時則為學習後約達一年。由下表 5-1-2 中可知，國一學生和國二學生，在神經系統圖形問卷上「神經系統概念」上並無達到顯著差異，而且在圖形的「敘述性結構」和「概念性結構」上也無顯著差異，因此，本研究將此兩個年級的學生，均視為「已學習過神經系統的學生」。

表 5-1-2 國一和國二學生在神經系統圖形問卷的得分情形

神經系統圖形問卷		得分平均(分)		顯著性 (P 值)
		國一	國二	
表徵結構	敘述性結構 (8 分)	5.66	5.61	0.837>0.05
	概念性結構 (12 分)	8.82	8.14	0.086>0.05
神經系統概念(20 分)		14.48	13.75	0.21>0.05
神經系統構造概念(8 分)		6.10	5.55	0.03<0.05
反射作用概念(6 分)		4.17	4.17	0.99>0.05
神經傳導途徑概念(6 分)		4.21	4.03	0.38>0.05

(2)國一學生和國二學生在神經系統圖形問卷中的表現情形，唯一有達到顯著差異的是第一大題的「神經系統概念」，國一學生此大題的平均分數為 6.10 分，而國二學生為 5.55 分，顯示出對於此概念而言，國二學生因為是一年前學習的，比起國一學生三個月前學的來得久遠一些，故遺忘的現象比國一多了一些；但是整體而言，兩個年級對於讀圖的理解情形，仍然視為無顯著差異。(表 5-1-2)

6. 同一圖形是否要出現過多的教學功能？

(1)由於神經系統單元具有許多不同層次的概念，例如「刺激與反應」、「中樞神

經」、「周圍神經」、「反射作用」和「神經傳導」等，而概念的教導需要注重次序，由簡單而複雜，若是同一時間欲傳達過多的概念，亦可能造成學生的負擔，而無法達到循序漸進的學習效果。由下表5-1-3可得知，傳統反射作用示意圖中，同時欲表達「反射作用」和「神經傳導」兩個概念，但研究結果顯示，這樣反而會使學生不知道這個圖形在講什麼。Reid (1990b) 認為圖片複雜度會影響閱讀成效，圖形過於複雜時，將會降低學生對於圖形的理解。

表5-1-3 傳統圖形與SFL圖形之功能比較

	傳統圖形之教學功能	SFL圖形之教學功能
神經系統構造圖	使學生瞭解神經系統構造。	使學生瞭解神經系統構造。
反射作用示意圖	1.使學生瞭解反射作用過程。 2.使學生瞭解神經傳導的途徑。	使學生瞭解反射作用過程。
神經傳導途徑示意圖	使學生瞭解神經傳導的途徑。	使學生瞭解神經傳導的途徑。

(2)語言文字有所謂的文法，視覺影像也一樣，具有「視覺文法」，而不論是語言的文法或是視覺影像的文法，呈現的方式均應該是由易至難，才能讓學生慢慢消化、吸收。學生處在一個「多重表徵」的學習環境之下，當學生拿到一本課本時，同時要接觸到課文內容中的圖、表和文字，而其中的圖形有一些是簡單的，有一些卻是較困難的，如何以適當的方式呈現給學生，讓學生一看就懂，以達到較佳的預定教學效果，便是本研究所欲探討的重點。

## 二、研究結論

### 1.學生在閱讀傳統圖形時存有許多困難

在晤談學生對神經系統圖形的理解中，發現學生對傳統圖形的理解存有許多困難，有許多學生並無法瞭解作者在圖形中所要表達的主要意涵。

在「腦神經的分佈」、「脊神經的分佈」、「不同顏色箭號的意義」、「脊髓的功能」、「反射作用和大腦意識作用的控制中樞」、「反射作用有無經過大腦」、「神經傳導的紅色箭號之路徑」、「感覺神經元的構造」和「運動神經元的構造」等問題，傳統圖形組的學生均出現明顯的閱讀困難情形。

2. 「分類過程」與「分析過程」所使用的符號，應該清楚明瞭，避免不當的使用，以免造成學生的誤解

以「括號」（如： $\left[ \right]$ ）來表徵分類過程，以「直線」來表徵分析過程中的屬性，避免兩者之間的誤用，可以減少學生的另有概念。

此外，分析過程的「屬性」之標示，應該力求明確。例如「脊神經」的標示，除了標示出脊髓兩旁的脊神經之外，也應該標示出手部和腳部的神經亦是屬於脊神經，以免產生另有概念。

3. 由於腦神經的位置和大腦很接近，故圖形中腦神經的顏色不宜太淺；可以運用框架性將腦和腦神經分隔開來

神經系統構造圖中，腦神經往往不太明顯。由於腦神經所在的位置已經被面積較大的腦部所佔據，因此不宜再將腦神經的顏色畫得太淺，以免更看不清楚腦神經位在何處。若能將腦和腦神經以不同之框架加以分隔開來，並且加深腦神經之顏色，可幫助學生瞭解腦神經的正確分佈情形。

4. 圖形中不同顏色箭號的象徵意義應該要註明清楚

當圖形中有不同顏色的箭號，且分別象徵不同之意義時，學生會傾向於注意箭號的有無，而忽略了箭號的顏色，並且無法立即察覺不同顏色箭號所代表的意義。因此本研究建議，在編繪圖形時，若是圖中同時出現不同顏色之箭號，其意義應該

要在圖形中以文字註明。

5.圖形應該簡單清晰，只包含與學習有相關的訊息，減少不相關的訊息，有助於國中階段學生的讀圖理解。

圖形中以「窮舉性分析過程」的表徵結構畫出多餘的訊息，例如畫出「神經元符號」或「神經節」等較不相關的訊息，對於國中學生的讀圖理解，有負面的影響。圖形中應該只畫出與學習有關的主要訊息，才有助於國中生的學習。

6.學生對於傳統神經系統圖形的讀圖理解存有許多另有概念

學生對閱讀傳統圖形時所產生之另有概念類型如下列所示：

- (1) 學生將腦誤認為是腦神經；或者認為腦神經位於脊髓的最上方。
- (2) 學生將脊髓誤認為是脊神經，認為脊神經位於身體中央，只有一條。
- (3) 學生認為脊神經就是位於脊髓兩側一粒一粒狀的神經節。
- (4) 學生認為手、腳內並無脊神經的分佈。
- (5) 學生認為脊髓只能傳導訊息，沒有其他功能。
- (6) 學生認為反射作用的中樞是大腦。
- (7) 學生認為反射作用需要經過大腦。
- (8) 學生認為神經傳導途徑是先由動器開始傳遞，然後依序為運動神經元、脊髓、大腦、感覺神經元，最後傳到受器。
- (9) 學生認為感覺神經元兩端分別連接眼睛和脊髓。
- (10) 學生認為運動神經元兩端分別連接大腦和手部肌肉。

7.SFL圖形有效幫助學生的讀圖理解

- (1) 減少另有概念產生

經由神經系統圖形問卷的結果與一對一半結構晤談之結果得知，學生閱讀傳統圖形後所出現之另有概念，在 SFL 圖形中皆呈現比例下降的情形。SFL 圖形以較正確的表徵結構、較佳的框架性與較適當的模態呈現，可減少學生閱讀時造成的誤解，減少另有概念的產生。

## (2) 能夠增進學生的讀圖理解

以獨立樣本 t 考驗的分析結果顯示，在「神經系統構造」、「反射作用概念」、「神經傳導概念」與「神經系統整體」等方面，SFL 圖形對於學生的讀圖理解皆比傳統圖形的成效佳。

## 8. 生物教科書上的圖形會影響學生的學習成果

由於不同表徵結構的神經系統圖形會影響學生神經系統相關概念的讀圖理解，進而影響學生的學習成果。因此，教科書編者、出版業者及教科書審查者等，在編繪及審查生物課本的圖形時，必須謹慎小心，避免因錯誤不佳的圖形表徵結構造成學生另有概念的產生，以致於降低學生的學習成效。

## 9. 教師應教導學生如何閱讀文本中的圖形

教師在教學活動進行時，應教導學生如何去閱讀圖形，否則若按照學生自己的解讀，可能會出現許多另有概念。此外，教科書出版業者可以考慮在課本內，加註一篇「課本使用須知」，教導或訓練學生如何使用課本，如何讀圖等。同時，編輯教科書時，更應該注重圖、表、符號等的前後一致性，使學生明瞭該文本中某些符號的特殊意義，或應該注意不同的顏色具有不同意義等。如此一來，才能減少學生如「瞎子摸象」般的各自解讀，讓學生看得懂圖，進而增進其學習的成效。



## 第二節 檢討與建議

### 一、研究工具之評估

本研究工具：「SFL 神經系統圖形」之編繪乃研究者根據系統功能語言學理論，綜合先驅研究（pilot study）時學生所呈現出的問題，並參考國內外相關之教科書圖形所改編而成，即使研究結果顯示對於學生之讀圖理解有顯著的助益（相較於傳統圖形），但卻不代表此組圖形即為最佳圖形，由問卷與一對一半結構晤談的結果顯示，SFL 圖形仍有需要改進之處。

#### （一）SFL 神經傳導途徑示意圖的修改建議：

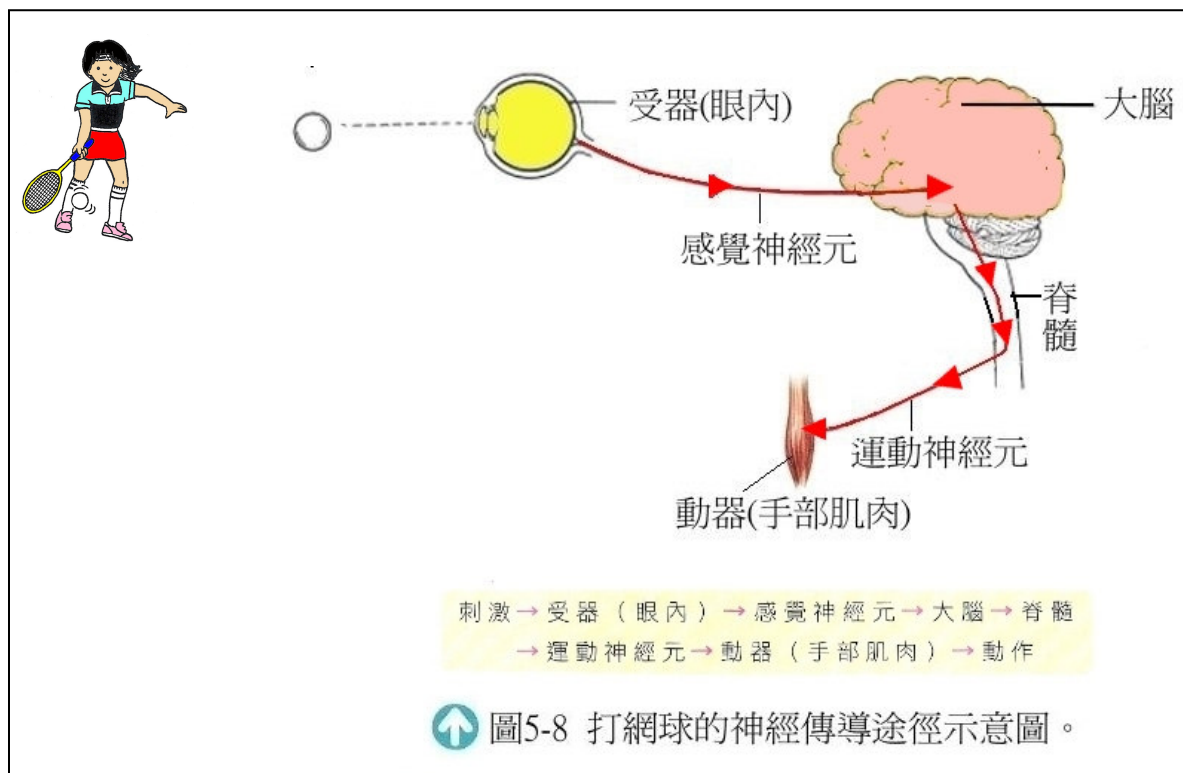


圖 5-2-1 SFL 神經傳導途徑示意圖之建議修改結果

如上圖 5-2-1 所示，SFL 神經傳導途徑示意圖中，「感覺神經元」與「運動神經元」之標示應該清楚，以「直線」標示出來。此外，紅色箭號應該直接畫在神經線

的上面，並且應該連續。紅色箭號唯一不連續的地方為「大腦和脊髓相連」之處，因為此處神經訊息的傳遞仍有許多轉換過程，故保留一些空間。「眼睛（受器）」只需畫出一個，此為「內含性分析過程」。

## （二）圖文整合之研究建議

本研究侷促於圖形的比較研究，並無「課文」和「圖形」兩者整合之研究，基本假設為在課文因素對學生的閱讀理解的影響完全相同的情況之下，探討不同表徵結構的圖形對於學生學習的影響。若日後的研究能搭配「課文」與「圖形」之整合，相信對於科學教科書中圖形的設計方面，將會有更深入的探討。

## 二、系統功能語言學之應用範圍

系統功能語言學的研究範圍廣泛，不但能探討文章架構，亦能研究視覺影像。所謂「視覺影像」不僅限於課本的附圖，其他如掛圖、投影片、模型甚至於電腦動畫等，均是未來可以深入研究的對象。