

# 圖形與文字表徵轉換在概念理解之關係初探- 以血液循環單元為例

劉寶元 劉嘉茹

國立高雄師範大學科學教育研究所

liu.py@msa.hinet.net

## 摘要

研究旨在探討圖形文字表徵轉換在概念理解的關係。研究對象為國中一年級學生，研究工具為概念試題與文字語意理解繪圖試題，並佐以半結構性晤談，以了解不同學習成就學生在表徵轉換與概念理解的關係。結果顯示學生由文字轉換為圖形或是圖形轉換為文字的能力不足，也影響整體的概念理解；由晤談發現學生若能明確說明圖形的結構，則對於循環系統的功能、行為、機制的概念已有整體性的概念理解。結果建議，高、中分組學生大多能掌握文字表徵，所以需多指導學生圖形局部結構的聯結關係；低分組學生則需從引導理解文字表徵再轉換到圖形表徵。

關鍵詞：表徵轉換、概念理解

## 一、研究背景與動機

國中生物教材內容中，圖片的引用十分常見而且圖文搭配說明的編排方式更是組成生物單元內容的架構。其目的是希望藉由多樣化的表徵型態來幫助學生學習生物概念。尤其在血液循環單元中，局部結構如血球的圖片到整體性的血液循環系統，無一不用圖文說明的方式來呈現。然而，許多的實徵研究結果顯示在教學後學生持有的迷思概念有些是來自於教師的教學表徵以及課本中圖文的表徵內容所產生 (Chi, 1991; Wandersee, Mintzes, Novak, 1994; Buckley, 2000; 邱耀德 & 耿正屏, 1994; 許朝貴, 1995)。在課本中，文字與圖片被視為傳送知識的二個不同媒介 (Mayer & Anderson, 1992)，換言之，課本以文字表徵以及圖形表徵兩種型態的特性來呈現概念，然而這二種表徵型態具有不同性質的訊息，因此學習者在閱讀文字與圖形時的態度與理解情形並非一致。

此外，二元編碼 (dual coding) 理論 (Paivio, 1986) 指出人的認知結構分為兩個系統，分別為語意 (verbal) 與非語意 (nonverbal) 系統。語意系統處理的是命題表徵，命題表徵是陳述性知識的一個基本單位 (Gagne, Yekovich, Yekovich, 1993; 岳修平譯, 1998)，文字呈現為其主要的表達形式。非語意系統處理的是心像 (image) 的表徵，是一個特殊觀點的心智模式 (Johnson-Laird, 1983)，亦即大體上它們看似所要呈現的概念，是表徵空間或連續性訊息的一個較經濟的方式 (Gagne, Yekovich, Yekovich, 1993; 岳修平譯, 1998)。當學習者接收到語意與非語意表徵型態的訊息時，兩個系統是各自獨立的運作，但是兩者會利用參考性連結 (referential connection) 相互連結，因此當接收到某一類型表徵的刺激時，除了使同類型的記憶系統產生運作外，也會透過參考性連結 (referential connection) 刺激另一個表徵系統開始運作。

在學習的過程中，學生需將物質表徵轉化為內在的心智表徵才能理解，再者內在心智表徵中命題與心像之間的轉換也會影響學生的概念學習，Behr 等人 (1987) 既指出

在概念學習的過程中，學生表徵轉化的網絡也會愈來愈複雜，當學生愈能掌握表徵轉換的能力，對於概念的學習則是愈成功，但是 Behr 等人（1987）卻指出「表徵與表徵之間的轉換」常是產生的迷思概念的主因之一。以往有關表徵轉換的研究主要是探討數學學習中命題表徵轉換為符號表徵或圖形表徵的研究，多位學者（Behr, Lesh, Post & Wachsmuth, 1985; Behr et al., 1987; 蔣治邦, 1994）提出表徵間「轉換的能力」對於數學學習及解題能力的表現是很重要的影響因素。教師教學歷程中極可能會忽視必須提供學生多一點「表徵轉換的學習經驗」，這對學生概念的學習則會造成很大的影響。研究者認為，除了數學的學科特性之外，生物科的教材內容大多是以文字和圖片相互為用的方式呈現，學生是否需要表徵轉換的能力，因此研究者想探究生物科表徵轉換與概念理解之間的關係。

## 二、 研究方法

為了達到前述之研究目的，研究工具以了解學生概念理解及表徵轉換的情形。就研究對象、研究工具、研究流程及資料分析逐一說明如下：

### （一）研究對象

本研究選取高雄市某國中一年級學生一班共三十五人為對象，並以該班第一學期前兩次生物成績得分平均分為高、中、低三組，選取有意願參與研究之學生，每組選取三位學生，共九位作為深入晤談對象。

### （二）研究工具

本研究設計下列工具，包括：繪圖試題、文字語意理解繪圖試題、血液循環概念試題（前、後測試題）、半結構性晤談題目及晤談大綱。茲將研究工具逐一說明如下：

#### 1. 繪圖試題

本工具發展以課本中呈現的圖形為主，有血液、血管、心臟、肺循環、體循環、循環系統等圖形。試題中只有概念名詞，其目的在了解學生血液循環相關圖形的心像。列舉問題如下：

PXD3.請你試著畫出心臟的外型，並標明它的內部心房及心室的位置。（注意標明它的內部結構、以及每個心房、心室所連接的血管）

#### 2. 文字語意理解繪圖試題

本試題與繪圖試題之概念相同，目的在了解學生認知的血液循環相關圖形。與繪圖試題不同之處在於每一個題目中加入國小、國中及高中課本中圖形概念的相關描述，以瞭解學生從文字轉換成圖形表徵的情形。列舉題目如下：

PYD3.請你根據下面的描述試著畫出心臟及各個腔室連接的血管，並標明心臟的內部構造。（注意它的內部結構、以及每個腔室所連接的血管）

心臟由肌肉組成，分為四個腔室，上方為左心房、右心房，它的外壁的肌肉較薄；下方為左心室、右心室，它的外壁的肌肉較厚，心臟的心房和心室以及心室和動脈之間均有瓣膜。左心室和大動脈相連接，右心室和肺動脈相連接，左心房和肺靜脈相連接，右心房和大靜脈相連接。

#### 3. 血液循環概念試題（前、後測試題）

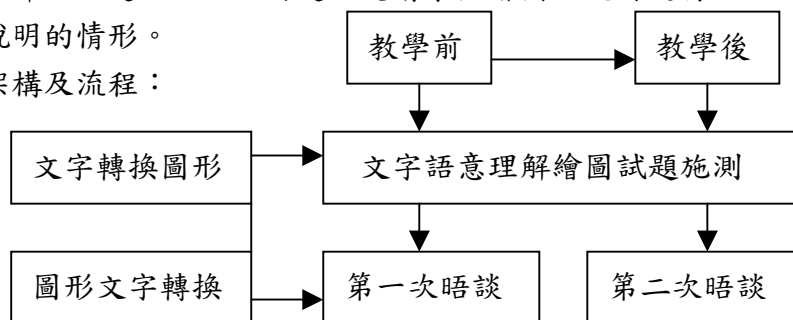
以國中自然與生活領域有關血液循環系統的課本內容以及王靜如（2001）所整理血液循環相關命題敘述為依據，建構試題之雙向細目表，再編輯預試初稿並進行預試，將

預試結果進行難度及鑑別度分析，且刪除及修正部分題目之後完成定稿，整份試題共有 17 題選擇題，2 題繪圖題以及 1 題簡答題。選擇題經內部一致性考驗信度為 0.70。

#### 4. 晤談題目及晤談大綱

藉由設計情境問題及繪圖晤談的方式了解學生概念理解以及圖形轉換為文字陳述的情形。晤談題目主要參考心臟及血管疾病的書籍，以及日常生活中常見的血液及血管的疾病，來設計晤談題目，晤談的題目先請學生繪圖呈現再進行說明，以瞭解學生圖形轉化為文字說明的情形。

(三) 研究架構及流程：



圖一：研究架構與工具施測流程圖

#### (四) 資料分析

將研究流程各階段所收集的資料進行概念成分的質性分析，由研究者與一位任教國中生物十五年的資深教師，根據課程內容以及參考 Buckley(2000)的研究設計，將血液循環系統分成血液、血管、心臟及血液循環四個向度；每個向度再就結構(S)、功能(F)、行為(B)、機制(M)等四個部分進行內容分析，並依據此標準分析各研究工具所收集之資料以瞭解學生持有的概念分佈情形。舉例說明如表一所示：

表一：心臟概念成分分析表

概念	分類	編碼	定義	概念的成分
心臟 H	結構	HS	小部份的結構或是小部份結構之間的關係	* 心臟具有四個腔室，上為心房；下為心室 * 心房和心室間有瓣膜 * 動脈連接心室、靜脈連接心房
	功能	HF	在系統中所扮演的角色	* 瓣膜能夠使血液不逆流 * 心臟是血液循環的動力來源
	行為	HB	結構改變或運作的動態過程	* 心臟收縮將血液擠壓進入動脈；舒張使靜脈血液流回心臟 * 血液在心臟中流動的方向固定
	機制	HM	* 引起結構運作或改變的原因 * 兩結構運作時，相互之間的影响	* 運動時為了加速物質的運送所以心跳加快 * 心室收縮時，瓣膜同時關閉，使血液無法逆流

在進行原案分析前，研究者與資深教師先以一位晤談學生之晤談資料，以概念為單位進行原案分析及編碼，兩者不一致之處便進行討論以求得一致性，而後以此方式進行所有研究對象的資料編碼分析。編碼方式為學生的回答能夠和概念分析中的概念相符合且正確，則編碼時以 (A) 表示；若是只有部份正確；或是與概念架構部份符合，則以 (P) 表示；若是不具有概念則以 (N) 表示；若是學生的回答和概念架構中的概念不同

者，表示學生持有迷思概念則加入 (M) 表示。舉例說明如表二所示：

表二：學生心臟概念成分分析結果

概念	編碼	概念的成分	編碼
心臟 H	HS	T：心臟會連接哪些血管？	HS (P, M)
		S： <u>左心室接大動脈、右心室接大靜脈。左心房接肺動脈、右心房接肺靜脈。(IXD)</u>	
	HF	T：只有接這四條血管嗎？	HF (N, M)
		S：對，然後這些在分岔出去接靜脈、微血管。	
	HF	T：心臟在整個養分運送的過程扮演什麼角色？	HF (N, M)
		S： <u>控制血液流動。像有時會流得很快，有時候回流的比較慢，因為紅血球需要順著血液流動。(IXD)</u>	
	HF	T：解釋你畫的人體的循環圖。	HF (N, M)
		S： <u>由心臟經由動脈再到靜脈回到心臟，由心臟處理變成新鮮的血才又到身體中。(IXD)</u>	
	HF	T：你覺得我們變新鮮的血是由心臟處理？	HF (A)
		S：對。	
HF	T：心臟為何要跳？	HF (A)	
	S： <u>心臟收縮把血液壓出。</u>		
HB	T：心臟是怎麼跳動的？	HB (P)	
	S： <u>整顆心臟一起動（整顆心臟同時舒張、收縮）。</u>		
HB	T：整顆心臟一起動的目的是為什麼？	HB (P)	
	S： <u>將血液擠出來，送到動脈。(IXD)</u>		
HM	T：運動時心跳為何加快？	HM (N)	
	S： <u>運動會加速血液循環，所以心臟要加快。</u>		
HM	T：為何會加速血液循環？	HM (N)	
	S： <u>因為人在動。(IXD)</u>		
HM	T：為何運動的越激烈心臟跳動就越快？	HM (N)	
	S： <u>因為能量消耗掉，心臟需要更多血液來補充。(IXD)</u>		

### 三、研究結果與討論

#### (一) 概念成分分析

由血液循環概念試題前後測的平均答對百分比表現如表三所示，學生經過教學後仍有許多關鍵概念無法持有正確的概念。由分析中也發現，高、中分組的學生在血液的表現上比其他關鍵概念好。

表三：高中低分組各關鍵概念前後測答對百分比

關鍵概念	測驗	心臟	循環	血管	血液
高分組	前測	60%	52%	57%	72%
	後測	70%	78%	73%	90%
中分組	前測	45%	28%	29%	48%
	後測	71%	62%	56%	80%
低分組	前測	30%	21%	15%	26%
	後測	48%	50%	46%	48%

由以上的量化分析結果，我們只能夠初步了解高中低學生概念得分上的差異。為了更深入了解學生的概念分佈情形，研究者根據課程內容分為血液、血管、心臟、循環系統四個主要概念進行分析，由九位晤談學生的概念成分結果，分析發現學生在教學前，對於循環系統概念的結構普遍存在迷思概念，即使教學後仍有迷思概念存在。學生常利用有迷思概念的另有架構來合理化解釋循環系統的功能、行為及機制的概念，此現象在高、中分組的學生尤其明顯。許朝貴（1995）探討國一學生人體血液循環路徑的研究中指出 62% 的學生認為血液循環單元學習有困難，且研究中指出學生對於血液循環單元的學習成就偏低，尤其是對於循環路徑，學生的學習成效最差。學生在各項度在結構、功能、行為、機制的表現情形，如表四所示：



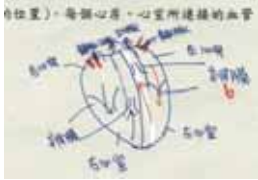

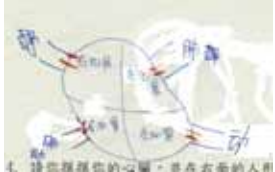


表四：血液循環主要概念理解情形

項度	教學前	教學後
血液	功能>結構>行為>機制	結構>功能>行為>機制
血管	結構>功能>行為>機制	行為>功能>結構>機制
心臟	功能>結構>行為>機制	功能>行為>機制>結構
循環系統	結構>功能>行為>機制	行為>功能>結構>機制

(二) 表徵轉換

從學生將文字陳述轉化成圖形的表徵發現，多數的學生看文字陳述只是增加『概念的名稱』，而無法從命題陳述中了解循環系統中結構與結構之間的關連性。因此要將命題陳述轉換成圖形表徵形式對多數學生而言是有困難的，如表五所示：

表五：不同概念理解階段呈現的圖像表徵

學生 編碼	教學前		教學後
	繪圖試題	文字語意理解繪圖試題	繪圖試題
高分 組			
中分 組	無法畫出圖形		
低分 組	無法畫出圖形		

再者，由學生畫的圖形請學生解釋，學生大多只有描述結構及概念的描述，或是就

身體可以知覺的部分進行描述，而無法使用學科的概念與敘述方式進行表達，顯示學生在學習科學概念時還是習慣用日常的生活用語進行學習與表達。以下舉例說明之：

T：你畫的血液循環的圖形，心臟周圍畫的這些線代表什麼？

S：微血管。

T：你覺得心臟連接許多微血管嗎？

S：對。

T：動脈分佈在身體的哪裡？

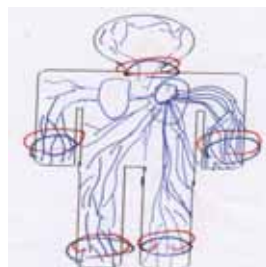
S：(畫) 人體只有腳踝、手腕、頸部有動脈的分佈。

T：靜脈分佈在人體哪些地方呢？

S：(畫) 靜脈也都在有動脈附近的區域。

T：血液如何到身體的各部位？

S：心臟擠壓就把血液擠壓到血管就到身體的各部位。



圖二：血液循環圖

### (三) 表徵轉換間概念理解的困境

當學生對於課本中的命題陳述的理解有困難的時候，要他們轉化為圖形的表徵形式上也是有困難的。也因此，學生在做前後測時，大多是以背誦的命題陳述進行答題，無法做有系統的理解，也影響了概念的理解。以 B03 在文字理解繪圖試題中，將命題陳述轉化為圖形的情形為例：



圖三：文字表徵轉換之心臟圖

命題陳述：心臟由肌肉組成，分為四個腔室，上方為左心房、右心房，它的外壁的肌肉較薄；下方為左心室、右心室，它的外壁的肌肉較厚，心臟的心房和心室以及心室和動脈之間均有瓣膜。左心室和大動脈相連接，右心室和肺動脈相連接，左心房和肺靜脈相連接，右心房和大靜脈相連接。

### (四) 表徵轉換的契機

由晤談中發現，學生經過教學後對於各結構間關聯性已經能夠理解，所以命題陳述轉化為圖形的能力也改變。由學生回答情境問題中發現，學生會利用課本中的圖片以及實驗的觀察來加以說明，如 A01 同學原來對於血管的連接方式持有迷思概念，認為是『動脈連接靜脈連接微血管』，教學的過程中，教師讓學生利用顯微鏡觀察魚的尾鰭的血液流動情形並且請學生畫下觀察的結果，學生在解決問題的過程中提取實驗室所觀察的現象，也讓學生改變了血管結構的迷思概念，並對整體的概念有了深刻的理解



圖四：血管構造改變情形

## 四、結論與建議

在國中階段由於血球的結構較簡單化，因此學生對血液結構的圖形表徵學習狀況較好，但是對於血液運送養分和氣體的行為和機制的瞭解不足，且由文字表徵的解釋亦無

法提升概念的學習，因此建議以動畫的方式呈現教材內容，以瞭解微觀的行為和機制；再者，學生對於心臟結構的圖形表徵掌握十分不好，宜由手繪的簡圖教學著手，再以較真實的圖片輔助說明。由初探結果顯示，血液循環概念的理解和學生表徵轉換的能力有很大的相關性。當學生能夠將圖形以文字陳述加以解釋或是能夠將文字描述轉換成圖形表徵，也許就是已經找到了不同表徵之間的參考性連結，也影響學生在解題時的基模或是心像的提取，但是大多數學生由文字轉換為圖形或是圖形轉換為文字的能力不足。此外教學過程中具體物及動畫的呈現如同學生形成心像的媒介，學生若能夠將血液循環的結構類比為教具或動畫呈現的結構，對於循環系統的結構之間的關連性的理解情況就可以改善。研究結果建議：高、中分組學生大多能掌握文字表徵，所以需多指導學生圖形局部結構的聯結關係，以及結構對與血液循環系統的行為和機制的影響；低分組學生則需從引導理解文字表徵中，結構間的先後順序與互動關係再轉換到圖形表徵為主要的概念解釋。

#### 主要參考文獻：

- Behr, M., Lesh, R., & Post, T. (1987a). Representations and translations among representations in mathematics learning and problem solving. In C. Janvier (Ed.), *Problems of representation in the teaching and learning of mathematics* (pp. 33-40). Hillsdale:Lawrence Erlbaum Associates.
- Paivio, A. (1986). *Mental representations: A dual coding approach*. NY: Oxford university.