探討多重表徵教學對聽覺障礙學生學習血液循環概念之影響

林佳穎[1]、邱美虹[2*]
臺北市立啟聰學校[1]、國立台灣師大科教所[2]
mhchiu@ntnu.edu.tw*

摘 要

本研究以多重表徵教學為基礎，發展血液循環系統概念改變教學。研究設計以準實驗法輔以半結構晤談探討。研究對象為某啟聰學校高職部學生，有效樣本為40位。本研究的目的在探討多重表徵教學下，高職聽障學生之學習成效以及心智模式演變歷程。研究結果如下:(1)學生之測驗得分在前後測上達到顯著差異，(2)學生的心智模式可分為七類: 未形成模式、發散式、單循環、多循環、雙循環、類科學、科學，(3)在教學後學生心智模式傾向於正確化且種類趨於收斂。本研究從多元面向探討聽覺障礙高職生其血液學還概念之心智模式類型及概念改變情形，研究成果可作為科學教育相關學者之參考。

關鍵字：心智模式、多重表徵、血液循環

一、研究目的

本研究的目的有三：(1)探究多重表徵教學對於聽障學生學習血液循環概念的教學成效；(2)探究高職聽障學生關於血液循環之心智模式的類型；(3)分析學生在教學歷程中其心智模式的演變情形與分佈情形。根據三大目的評估多重表徵教學對於聽障學生在血液循環概念的科學學習與概念改變是否有其實質的助益。

二、文獻討論

(一) 聽覺障礙學生之定義與相關研究

依據我國「特殊教育法施行細則」第十八條規定：聽覺障礙指聽覺機能永久性缺損，聽力損失在二十五分貝以上者 。本研究所指之聽覺障礙高職生學生係指領身心障礙手冊，於96學年度就讀於啟聰學校，且能使用口語、手語或筆談溝通之智力正常的高職部學生。

在聽障學生之學力研究方面，林寶貴(1987)研究發現，啟聰學校高職部學生閱讀能力僅達3.2年級程度，高中部的學生落後普通耳聰兒童9.8年。Jensema(1975)與Wolk & Karchmer(1980)及Difresesca(1971)之研究皆指出：聽障學生的數學能力遠低於正常同齡學生，且發展的程度很緩慢。在教學研究方面，Myklebust(1960)指出聾生在圖像記憶、觸覺記憶、行動記憶方面優於耳聰學生。林寶貴（2000）認為聽障學生的學習輔導可著重在視覺觀察方面，發揮視覺的學習優勢。

(二) 心智模式的定義

心智模式的概念最早是由（1943）Craik所提出的，他認為心智模式是一種特殊形式的動態表徵或是對世界的一種模擬，人類會操弄這些符號表徵，並會依據此表徵來進行推理、產生行動以及察覺這些符號與外在世界是否具有一致性。Vosniadou & Brewer（1992）則是認為心智模式是一個動態的結構，人類是會根據回答問題的目的、解決的問題以及其他狀況的處理而有所不同的心智模式。

(三) 概念改變理論

Vosniadou 和 Brewer（1992）提出了綜合性模式的觀點。認為孩童是以日常生活的經驗來建構出初始的心智模式，而孩童的概念改變在經過教學後，將由最初的初始心智模式，轉變為綜合性模式，最後再轉變為正確的科學模式。

Chi(1992)指出概念改變分為本體類別內和跨越本體類別間的概念改變，並指出所有實體可以分成物質、事件、心智狀態三個過程，其中物質是指含有特定屬性的實體，事件是指發生時含有時序性或因果關係的事實，而心智狀態則是有關於情意方面。在這三者間轉換的是屬於根本的概念改變，而在此三者內的轉換可視為信念修正。Chi, Slotta,& de Leeuw(1994)修正原有的理論，修正點如下:將實體分為物質、過程(原為事件)和心智狀態三個過程。

(四)多重表徵的涵義

Boulter & Buckley (2000)提出以表徵的方式和表徵的屬性兩個不同的維度來分類及解釋模型：表徵的方式主要分為五種－具體的、言語的、視覺的、數學的、動作的，又可細分為單一或混合的表徵方式(引自鍾曉蘭，2006)。左台益、蔡志仁（2001）也指出多重表徵是指用多種不同的表徵形式，來呈現與建構同一個概念。Ainsworth（1999）認為多重表徵主要有三種功能：互補功能、限制詮釋功能與建構功能。

(五)血液相關研究

Chi(1991)研究中指出由於循環系統是一個極為複雜的互動系統，學生對於此系統內彼此間互動的關係以及整個循環系統的功能難以連結。Buckley（2000）研究指出，血液循環系統是隱藏在身體內的，難以用肉眼察覺到，因此孩童常常會發展出多種迷思概念。Yip(1998)對教師血液循環的迷思概念的研究中更直接指出，即使是教師對於血液循環中的關係也存有迷思概念

由以上文獻可知，聽障學生在學力方面的表現是較弱的，但其視覺、觸覺、動覺之接收是很強烈的，而多重表徵教學似乎是可以幫助學生的學習的。因此，本研究以多重表徵教學為基礎，發展血液循環系統概念改變教學。想藉此瞭解多重表徵教學下，聽障學生的學習成效為何?在教學後其心智模式演變歷程為何？多重表徵教學對於聽障學生在血液循環概念的科學學習與概念改變是否有其實質的助益？

三、研究對象與方法

(一)研究對象

本研究採取方便取樣。選取資料處理、美工、家政及圖文傳播四科學生共 40 位學生作為研究對象，學生皆修過自然科學概論，所修一般科目的內容及節數皆相同，僅差別在所修習專業科目的不同。研究以自然科學班級平均成績為基礎，將家政科、美工科歸為傳統教學組(20 人)，資處科、圖文傳播科歸為多重模型表徵組(20 人) ，分組以進

行教學。

晤談對象以血液循環紙筆測驗(前測)為選取標準，並詢問學生之意共選取七位學生作為晤談對象，其中高分組有 3 位學生，中、低分組各有 2 位學生。

(二)研究方法

1.血液循環概念紙筆測驗試題

本測驗試題內容包含心臟、血管、血液、循環路徑四方面的概念，題型皆為單選題。在工具效度上，請一位科教背景之大學教授、一位生物背景的大學教授、一位啟聰學校任教之高職部聽障教師及兩位國中生物老師共五位專家審查，並加以修改以建立專家效度。預試的對象為86名高一學生，於國中時已學過血液循環的相關概念，本預試之試題信度為0.8。

2.半結構式晤談

本研究採半結構式晤談，內容包含心臟、血管、血液和循環路徑等概念。晤談的題目與回答方式多以繪圖方式呈現，晤談分為教學前、中、後三階段，以瞭解高職聽障學生在學習歷程中持有的心智模式種類、特質及分佈與演變情形。

3.教學設計

本研究教學堂數為4堂，為期兩週，介紹心臟、血管、血液與循環途徑的構造與功能。實驗組之教學策略有以下幾類：具體模型（人體模型、心臟模型、循環路徑模型）、電子化投影片教學、電腦動畫教學、心臟擬真動畫、實驗等。

四、研究結果

(一) 兩組教學成效之比較

研究者從答題正確性（該題正確性＝該題答對人題/總人數）來分析兩組之組間/組內的答題異同。

1. 兩組學生前測正確性比較

將實驗組與控制組兩組的前測成績進行 paired-t test（t=.458,p=.26），結果顯示兩組學生在教學前未達顯著差異。

2. 兩組組內之答題正確率比較

研究者採用 paired-t test 分析兩組組內的答題異同（如表二）。控制組方面，其前-後與前-延宕測驗的答題正確性有明顯差異；在實驗組部份，其前-後與前-延宕測驗的答題正確性皆有達到顯著差異，且此種顯著性是遠較控制組來的強烈，且會一直保持下去。

表二 兩組學生組內之答題正確性比較表（paired-t test）

控制組						實驗組					
後-前		延宕-前		延宕-後		後-前		延宕-前		延宕-後	
t	P	t	p	t	p	t	p	t	P	t	p
2.471*	0.023	2.34*	0.03	0.508	0.617	6.833***	0.000	5.721***	0.000	0.394	0.698

*:p<0.05；***:p<0.0001

3. 兩組組間之答題正確率比較

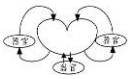
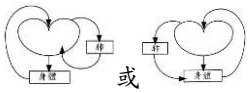
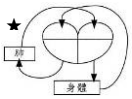
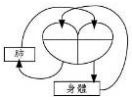
分析兩組學生後測及延宕測驗正確性差異性比較上，前測為共變數進行ANCOVA分析（後測：F值=16.00, p.00；延宕測驗：F值=6.98, p.003）。結果顯示無論後測或延宕測驗，實驗組之答題正確性均顯著優於控制組，且達到顯著差異。

(二) 整體學生之心智模式演化歷程

1. 整體學生之血液循環心智模式類型與分布

研究者參考 Chi 等人(2001)所發展出的關於血液循環的七個心智模型，將學生對於血液循環的心智模式的類型與解釋原因分為以下七類：無法形成模式、發散式、單循環、多循環、雙循環、類科學、科學（詳見表四）。

表四 學生對於血液循環的心智模式的類型與解釋原因

心智模式	編碼	特徵
無法形成模式	N	以日常生活經驗、猜測或是說不知道的方式來作答，多為片段式記憶，無法形成模式
發散式循環 	R	心臟：心臟腔室多為一個，心臟內血液可隨意流通，血液流出會經由數個血管，流至身體各部份，不會流回心臟（Ho） 血管: 不瞭解血管概念及連結方式錯誤（Vn） 血液：不瞭解血液組成構造(Bn) 循環途徑：不瞭解循環意義(Cn)
單循環 	U	心臟：不了解心臟結構、功能，心臟內血液可隨意流通，並會經由特定血管流出（Hn） 血管: 有動靜脈概念，但連接方式有誤（Vp） 血液：不瞭解血液組成構造(Bn) 循環途徑：不了解循環意義，血液是無目的流出(Cn)
多循環 	M	心臟：部份了解心臟結構、功能，心臟內血液有特定流動方向（Hp） 血管: 有動靜脈概念，但連接方式有誤（Vp） 血液：部份瞭解血液組成構造(Bp) 循環途徑：僅瞭解體循環，不了解肺循環，血液會經由特定血管流至身體(Cp)
雙循環 	B	心臟：部份了解心臟結構、功能，心臟內血液有特定流動方向（Hp） 血管: 有動靜脈概念，但連接方式有誤（Vp） 血液：部份瞭解血液組成構造(Bp) 循環途徑：僅瞭解體循環，不了解肺循環，血液會經由特定血管流肺部(Cb)
類科學 	L	心臟：瞭解心臟構造功能、心臟內血液流向及了解連接心臟之血管，但有瑕疵（Hl） 血管: 瞭解血管概念與連接方式，但有瑕疵（Vl） 血液：瞭解血液組成、構造、功能，但有瑕疵(Bl) 循環途徑：瞭解體循環，部份了解肺循環，提及肺與血液循環有關聯(Cl)
科學(s) 	S	心臟：心臟分為四部份，心臟內血液由心房流向心室，血液會經由動脈流出心臟，由靜脈流回心臟（Hs） 血管: 三血管概念正確，連接方式正確（Vs） 血液：血液組成、構造、功能正確(Bs) 循環途徑：體循環與肺循環之循環途徑與功能正確(Cs)

接著，研究者分析整體學生心智模式，得到整體學生之心智模式分佈（如表五）。在前測，兩組最高比例的心智模式皆是未形成模式；在後測，兩組最高比例的心智模式是雙循環；在延宕測驗，控制組最高比例的心智模式是多循環控制組最高比例的心智模式是雙循環。

表五 整體學生之血液循環心智模式分布表

	前測（%）		後測（%）		延宕測驗（%）	
	控制組	實驗組	控制組	實驗組	控制組	實驗組
未形成模式	30	30	35	5	20	20
發散式循環	10	5	0	0	5	0
單循環	15	15	10	0	0	5
多循環	20	25	10	30	30	25
雙循環	5	25	45	40	25	30
類科學	20	0	0	25	20	20
科學	0	0	0	0	0	0

2. 整體學生之血液循環心智模式演變途徑

為了瞭解兩組學生其心智模式演變情形及途徑為何，研究者將心智概念分佈表加以整理，以得知兩組學生在前後延宕測驗中，其整體主要心智模式的演變情形如何，以及各組之概念演變途徑為何（如表六）。

表六 實驗組與控制組血液循環的心智模式分布與演變途徑比較表

	控制組 前測→後測→延宕(%)	實驗組 前測→後測→延宕(%)	
主要心智	經驗(30)-雙循環(45)-多循環(30)	未形成(30)-雙循環(40)-雙循環(30)	
演變途徑		未形成-雙循環-雙循環	10
		雙循環-類科學-類科學	10
		多循環-多循環-多循環	10
未改變類型		多循環	10

(5%以下變動不顯示)

由以上資料，可以得知控制組進行教學後，其心智模式的演變是非常分歧發散的(相無任何兩位學生演變路徑相同)；反觀實驗組，在教學後其心智演變途徑主要分為：經驗-雙循環-雙循環、雙循環-類科學-類科學、多循環-多循環-多循環三種，趨向於收斂。

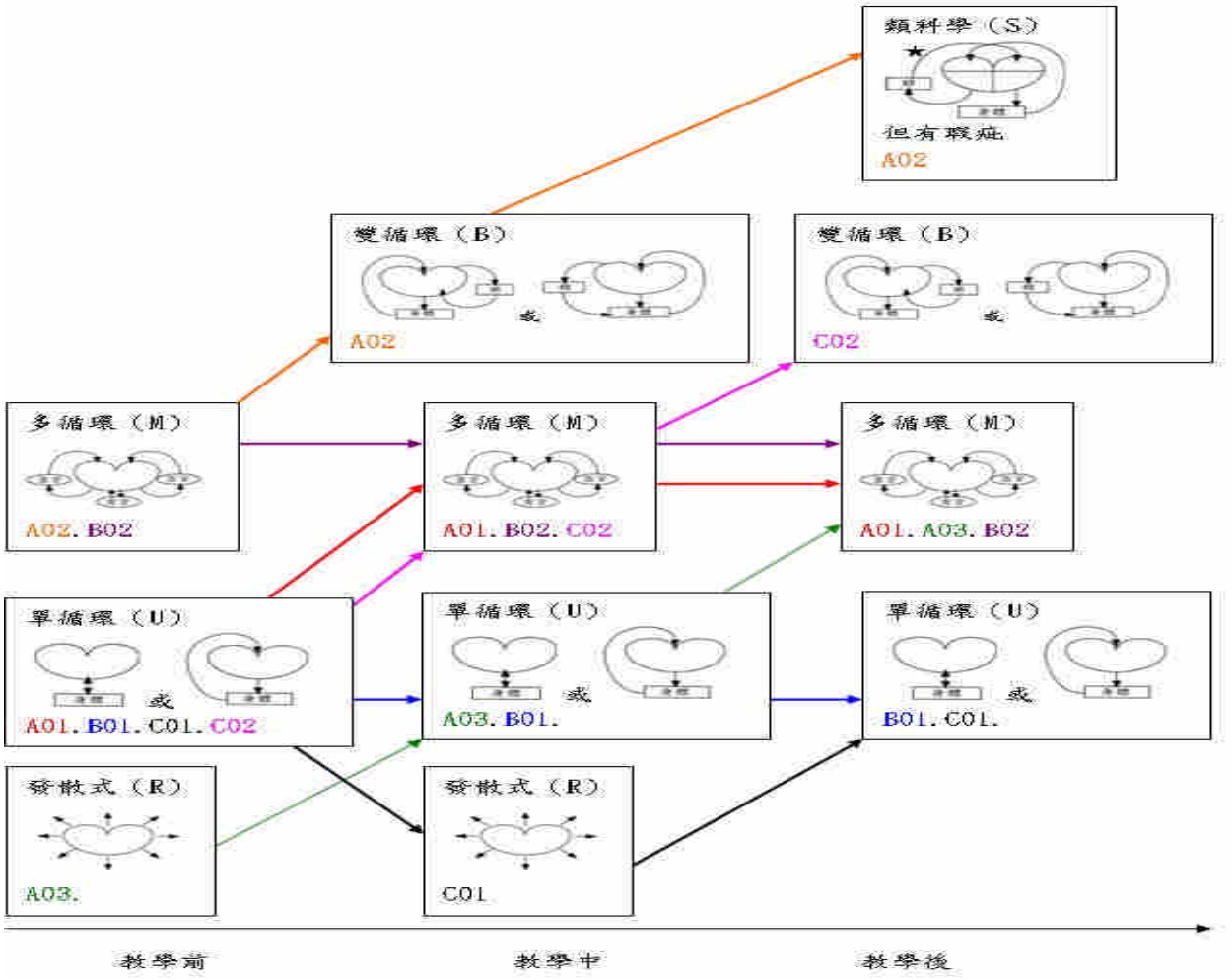
(三) 實驗組七位學生之訪談分析

研究者參考 Chi 等人(2001)所發展出的關於血液循環的七個心智模型進行歸類，分析得到七位學生於教學前、中、後晤談之心智模式整理表（如表七）。

表七 七位學生晤談前中後的心智模式整理

學生編號	教學前晤談	教學中晤談	教學後晤談
A01	單循環 (U)	多循環 (M)	多循環 (M)
A02	多循環(M)	雙循環(B)	類科學(L)
A03	發散式(R)	單循環(U)	多循環(M)
B01	單循環(U)	單循環(U)	單循環(U)
B02	多循環(M)	多循環(M)	多循環(M)
C01	單循環(U)	發散式(R)	單循環(U)
C02	單循環(U)	多循環(M)	雙循環(B)
	U:4　M:2　R:1	M:3 U:2 R:1 B:1	M:3 U:2 B:1 L:1

由表七可以得知，學生之起始模式是會影響到他最後將會形成的模式的，不同起始模式的學生，其能夠學習吸收的知識是不相同的。以起始模式為多循環（M）的學生為例，其最高可以達成之模式是類科學模式（L），而且要演變為類科學，是需要先演變為雙循環（M）模式；由表也可以看出學生的心智模式傾向於正確。最後，研究者將學生心智模式演變途徑繪成圖（如圖一）。



圖一　教學前、中、後 7 名晤談學生心智模式演變途徑

五、結論與建議

(一) 結論

本研究根據研究目的及研究結果，歸納出以下點的結論：

1. 聽障學生對於血液循環所持有的心智模式的種類

本研究透過血液循環紙筆測驗工具及晤談，分析出聽障高職生特有的心智模式，有以下七種：未形成模式、發散式、單循環、多循環、雙循環、類科學、科學。值得注意的是在本研究中的研究對象，無論是實驗組或是對照組均沒有達到科學模式，此結果與 Chi (1991)血液循環系統研究及 Buckley (2000)研究相符，顯示學生對於血液循環間的關係以及整個循環系統的功能無法做連結，也易產生迷思概念。也符合 Hallahan & Kaffman (2000)研究，顯示聽障學生的學業成就通常會比同年齡普通學生較差。

2. 學生最後之心智模式的形成主要受到初始模式的影響

在同樣的教學法下，不同起始模式的學生，其能夠學習吸收的知識是不相同的；學

生最後的心智模式是會受到先前所持有模式的影響。也符合 Vosniadou 和 Brewer（1992）提出的綜合性模式，認為學生的心智模式由日常經驗之初始模式變為綜合模式，再轉變為科學模式。

3. 多重表徵教學會讓學生心智模式演變途徑趨向於收斂

研究發現控制組進行教學後，其心智模式的演變是非常發散與分岐的，且沒有任何兩位學生的演變途徑是相同的；反觀實驗組，在教學後其心智演變途徑主要分為：經驗-雙循環-雙循環、雙循環-類科學-類科學、多循環-多循環-多循環三種，這也表示實驗組的演化途徑是趨向於收斂且趨向於正確。

4. 多重表徵教學有助於聽障學生學習科學概念

本研究結果發現，在整體答題表現上以及晤談分析資料上，顯示出施以多重表徵教學的學生，其答題表現與其心智模式皆優於傳統教學組，結果符合 Noss & Hoyles, 1996；Beverly＆Mary ,1998；Rohr & Reimann ,1998 等人之研究，顯示多重表徵教學有助於聽覺障礙學生學習血液循環概念。

(二)研究的啟示與建議

1. 模型教具與電腦動畫的重要性：

科學概念本質上是較為抽象，故將其透過電腦使之具體化、模型化，不僅能吸引學生注意力，也能對學生學習有幫助。

2. 合宜教材的設計：

本研究教學中加入多中刺激學生吸收的元素（ppt、模型、動畫、影片、實驗），使得科學教室不再枯燥，也讓教學方式趨於多元化、活潑化，且更適合聽障學生學習。

3. 將多重表徵的教學融入教學策略：

研究者認為，應該要推廣多重表徵教學法給在教學現場的老師，將此教學法融入各科教學中，期望能藉由此教學法提昇聽障學生的整體學業成就。

參考文獻

林靜雯與邱美虹(2005)。整合類比與多重表徵研究取向探究多重類比設計對兒童電學概念學習之影響。科學教育學刊，13(3)，317-345。

林寶貴、錡寶香(1991)。高職階段聽覺障礙學生國語文與數學能力之研究。特殊教育季刊，7期，109-127頁。

鍾曉蘭、邱美虹（2007）。探究高二學生理想氣體本質的心智模式演變過程。中華民國第二十三屆科學教育學術研討會，國立高雄師範大學。

Buckley, B. C. (2000). Interactive multimedia and model- based learning in biology. International Journal of Science Education, 22(9), 895-935.

Chi, M.T.H., Siler, S., Jeong, H., Yamauchi, T., & Hausmann, R.G. (2001). Learning from tutoring. Cognitive Science, 25: 471-533.

Easterbrooks, S. R., Stephenson, B., & Mertens, D.（2006）,Master Teachers' Responses to Twenty Literacy and Science/Mathematics Practices in Deaf Education, American annals of the deaf, (4), 398–409.

Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental Models of the Earth: A Study of Conceptual Change in Childhood. Cognitive Psychology, 24, 535-585.