

國小六年級學童呼吸作用另有概念之質化研究

*高慧蓮 **蘇明洲 ***許茂聰

*國立屏東師範學院自然科學教育學系副教授

**大仁技術學院環工系副教授

***高雄市四維國民小學教師

本研究旨在探究國小六年級學童對於動植物呼吸作用的另有概念。研究資料的收集方式，以高雄市兩所國小 215 名六年級學童，進行開放性紙筆測驗，進而從中挑選 70 名具另有概念傾向的學童，進行概念構圖、人體呼吸繪圖與綠色植物呼吸繪圖，最後再從中挑選 38 名學童，進行個別晤談。本研究發現學童對於呼吸作用的定義、氣體的交換、呼吸運動、與光合作用的關係、呼吸的器官（部位）等呼吸作用的主題均具另有概念。

關鍵字：概念圖，另有概念，呼吸作用

緒論

一、前言

概念為學習的「基本單位」，是人類思考和瞭解的工具（黃台珠，1984）。郭重吉（1992）認為概念是學習者接受外來訊息，再統整於原有知識或先前概念而建構發展出來的結構。由許多國內外學者的研究中，發現「概念」對於學生科學的學習具有很大的影響力。學生在接受自然科教學之前，就常會有一些所謂的先前概念（preconception）。學生的先前概念係在接受正式教育前，經由學童自己原來的認知架構所習得。這些先前概念常和科學家認同的觀點不同，甚至會與科學的理論模式衝突，所以也稱為另有概念（alternative conception）（邱瓊慧等，2000）。這些另有概念往往根深蒂固的存在於學童的概念架構中，除非面臨認知衝突，否則學童的這些另有概念不會輕易改變。學生的另有概念有些上過課後，可能還存在；有些則上完課後數星期，還會再出現。由此可見，學童所具有的另有概念會直接影響到其科學的學習，導致其所建構的科學概念與科學社群所認同的科學概

念，有很大的出入並進而阻礙學童科學概念的學習。

生物概念在國民小學自然科課程中，佔有相當重的比例。然從文獻上的探討，國內外有關另有概念的研究，在生物領域方面的研究數量，不若在物理與化學領域多。又觀之國內的研究，甚少有學者從事有關學童生物呼吸作用概念之研究，是故本研究針對生物呼吸作用，探討小學六年級學生的另有概念，期能對國小自然科之教學、課程設計與未來進一步的研究有所啓示。

二、研究目的

- (一)實證性研究國小六年級學童的呼吸作用另有概念與類型。
- (二)分析我國國小六年級學童呼吸作用與國外相關研究發現的共同性與特異性。

64、研究範圍與限制

由於受到時間、人力、經費、受試者等因素的影

響，本研究之範圍與限制如下：

(一)研究所稱的呼吸作用相關概念，僅限於國小六年級學童所能瞭解者（例如：呼吸作用的意義、植物與人體的氣體交換、呼吸運動的原理、與光合作用的關係、呼吸的器官或部位），

對於較高深的概念（例如：能量的概念、食物的轉換問題、氣體交換的原理、擴散作用的原理），均不包括在內。

(二)本研究以高雄市兩所市立學校為研究對象，所得到的研究結果無法做過度引伸。

理論基礎與文獻探討

一、建構主義與科學學習

傳統的科學哲學，如經驗主義、實證主義和理性主義，認為科學家使用的科學方法是公正、客觀的，也因此所得到的知識是客觀而不容置疑的。只有科學知識因為它的產生方式的過程是如此的客觀，才有資格被視為確定的知識和決定的真理（郭重吉，1992）。他們認為科學知識的發展是命題的累積，過去的知識和現在的知識，一直到未來的知識，會不斷的延續下去而不會互相衝突或產生矛盾，因此教師的教學即是將教科書中的知識概念，灌輸到學童的大腦中，學生被動地接受資訊，完全忽略學童主動參與的角色，與學童學習前的先備知識。巴柏（K. Popper）、孔德（C. Conte）、胡塞爾（E. Husserl）等學者為早期的建構論者，他們對傳統的科學哲學觀點提出了批評，他們對於科學知識發展的動態過程的重視皆勝過邏輯的結構，反對知識以累積的方式增長之說法，這些觀點對於整個科學教育的意義非常的重要，改變了學童學習、教師教學的方式，因此在科學知識的學習上被歸類為建構論。

近二十幾年來國內外學者對於建構主義有關研究甚多，已成為中外科學教育研究焦點之一。建構主義主張知識是由人類建構而得，而非由人類發現而得。建構主義是現代思想家超越傳統經驗主義、實證主義和理性主義的論點，所採取的調和思想，建構主義的學習觀點乃融合了皮亞傑（Piaget）、奧斯貝爾（Ausubel）、布魯納（Brunner）、蓋聶（Gagne）、維高斯基（Vygosky）等人重要的學習理論，茲將這些

理論簡述如下：

(一)皮亞傑的發展派典

皮亞傑把認知發展分為四個階段：1.感覺動作期，2.前操作期，3.具體運思期，4.形式運思期。不同認知層次所理解的概念抽象程度亦不同，如形式運思階段學生，對於了解抽象概念較具體運思階段學生為佳。學童對於目前所遇的經驗建構，會成為處理與接受新資訊及未來事件的基礎。

(二)奧斯貝爾的認知派典

奧斯貝爾認為，概念學習一般要經過二個階段：1.概念形成；2.學習概念的名稱。奧斯貝爾把兒童通過歸納發現一類物體的關鍵屬性的過程，稱為概念形成。奧斯貝爾認為有意義的學習知識以非隨意、非逐字的方式，將新知識加到個人的認知結構中，只有由學習者自行發現知識的學習，才是真正的學習。

(三)布魯納的發現學習派典

布魯納提出學生學習是一個主動發現的過程，而不是被動接受知識。布魯納認為學習包括三個幾乎同時發生的過程：1.習得（acquisition）新信息--這種新信息通常與一個人的已有信息相違背。2.轉換（transformation）--這是一種處理知識以便使其適應新任務的過程。3.評價（evaluation）--檢查我們處理信息的方式是否適合這項任務。布魯納強調內在動機（intrinsic motives）才是一個人學習的真正動力。

(四)蓋聶的派典

蓋聶將學習過程分析成八個階段：1.動機階段、2.領會階段、3.習得階段、4.保持階段、5.回憶階段、6.概括階段、7.作業階段、8.回饋階段。蓋聶認為學生之所以學不會某一教材，可能是因為他未具備學會此教材之先決條件的緣故。

(五)維高斯基的派典

維高斯基將個人知識的來源分為自發知識 (spontaneous) 與正式知識 (formal knowledge) 兩種，自發性知識為兒童從他們與環境的交互作用中，自然獲得的知識；正式知識為兒童以正式的方式經由學校的介入而獲得的知識。

在傳統上，大多數的教師以講述教學的方式來進行教學，這種學生的學習模式的背景理論是屬於行為學派 (張靜譽，1996)。行為學派認為知識的獲得是被動的，學習也是被動的。這種傳統的講述教學法造成學生無法真正的理解、同化知識，浪費教師與學生的時間與精力，未能達到教育之真正目的。建構主義的教師則應該幫忙學生有關連的學習科學概念，而不是學一些沒有組織的科學知識，這就是建構論的學習觀。

郭重吉 (1990) 指出目前許多科學教育學者，從建構主義的認知觀點，對於學生學習自然科學逐漸形成一致性的看法，如：1.學生在學習過程中，扮演了主動的學習，積極建構的角色。2.學生原有知識在學習過程中，扮演重要的角色。3.學習是概念上的改變。建構主義的學習觀，就是強調學習者主動參與建構知識，學習並不是知識的記憶和被動的接受，應該考慮學生對於課程內容的先備知識、學習的意義和他建構的歷程。

二、學生「呼吸作用」之另有概念

Soyibo (1983) 以已效化過的有關光合作用、呼吸作用和相關的物理科學概念的 53 個問題，個別晤談 15-19 歲之 50 位男生和 50 位女生，研究結果發現學生對於所探討的科學概念持有相當多的另有概念，其中學生對於呼吸作用普遍持有的另有概念以百

分比表示有：

- 1.只有動物把氧氣用在呼吸作用 (87%)；
- 2.呼吸的器官處理呼吸作用的過程 (84%)；
- 3.呼吸作用只發生在肺或鰓 (95%)；
- 4.生物體呼吸是為了排除廢物(即排泄)(66%)；
- 5.呼吸作用是吸進氧氣和排除二氧化碳 (90%)；
- 6.植物呼吸是為了製造它們的食物 (51%)；
- 7.植物只在白天呼吸 (42%)；
- 8.植物僅僅在暗處或者夜晚呼吸 (45%)；
- 9.無氧呼吸絕不可能發生在人體 (98%)。

根據 Seymour 和 Longden (1991) 調查 11-18 歲的學童對於呼吸作用的另有概念，常見的有：

- 1.呼吸作用只發生在肺臟；
- 2.沒有任何生物可以在無氧的狀態下進行呼吸作用；
- 3.呼吸作用和呼吸運動相同；
- 4.植物不會呼吸；
- 5.植物進行呼吸作用時，用掉二氧化碳，製造出氧氣；
- 6.有些生物只是偶而進行呼吸作用；
- 7.肺臟的充氣和排氣是主動的，不需要其它的構造協助；
- 8.有些動物，特別是脊椎動物，不會進行呼吸作用；
- 9.動物行有氧呼吸，植物行無氧呼吸；
- 10.呼吸作用就像流汗一樣，發生在皮膚上；
- 11.呼吸作用只發生在消化系統上；
- 12.呼吸是氧氣轉變成二氧化碳；
- 13.植物從光合作用中得到能量；
- 14.植物的呼吸作用只有在晚上才進行；
- 15.植物的呼吸作用只有在白天才進行。

王國華 (1995) 列出學生在學習呼吸作用時較容易發生的另有概念與科學上的主要概念對照如下表：

表 1、有關呼吸作用常見的另有概念

主 題	科學上的主要概念	學生所具有的另有概念
細胞呼吸的定義	呼吸作用是所有細胞從食物中得到能量的過程。	呼吸作用只是發生在動物的呼氣和吸氣動作。
食物的本質	食物是能供給有機體能源的物質。	食物只是有機體吃食的東西。
食物的功能	食物提供細胞生命過程所需的能量。	食物維持有機體生存。
能源	供給有機體的唯一能源是儲藏於食物中的能量。	有機體可以從很多方面得到能量。
能源的轉換	儲藏在食物中的是以細胞能利用的形式釋放出來。	食物的能量可以被細胞直接利用，不用經過轉換。
呼吸作用的反應 物和產物的移動	食物和氧氣是經由生物的呼吸和循環系統供應有機體的所有細胞，二氧化碳和水也是經由相同的系統排出體外。	食物經由腸胃消化後排出，肺吸入氧氣，排出二氧化碳；能量、氧氣和二氧化碳，並沒有進入細胞。
能量的本質	能量在生物體內是由一種形式轉換成另一種形式。	能量混淆成物質，會被用完，像燃料一樣。

Treagust (1995) 發現 12~16 歲的學生常見的呼吸作用另有概念有：

1. 呼吸作用在綠色植物只發生在白天；
2. 呼吸作用不會發生在有光照射的時候；
3. 當沒有光能進行光合作用時，二氧化碳會在呼吸作用中被使用；
4. 當沒有光能進行光合作用時，僅僅發生於綠色植物，氧氣會在呼吸作用中被使用；
5. 當綠色植物因為沒有光能，停止進行光合作用時，它們還是持續呼吸和散發氧氣；

6. 綠色植物只有在沒有光能時才呼吸。

Cañal (1999) 提出「反呼吸作用」(Inverse respirations) 的名詞來描述學生如下的另有概念：

1. 植物呼吸作用與動物呼吸作用所牽涉到的氣體交換是相反的；也就是說植物行呼吸作用時，是從空氣中吸收二氧化碳而放出氧氣的。
2. 植物在任何時刻均會從事「反呼吸作用」。
3. 在白天，植物的呼吸作用就是呼吸的形式(the form of breathing)。

三、另有概念的診斷

科學教育學者從認知觀點，探討學生在科學概念學習上，大致有四種研究方式：皮亞傑派典 (Piaget Paradigm)、奧斯貝爾派典 (Ausubel Paradigm)、蓋聶派典 (Gagne Paradigm)、資訊處理派典 (Information Processing Paradigm) (Stewart, 1982)。這些派典研究、評估學生的認知結構使用如：短文測試、組成句子作業、概念關係作業、概念圖 (Concept Mapping)、樹狀概念圖、Vee 圖等各種方式，來描述學生對一些概念持有的想法，並分析學生的程序性知識 (郭重吉, 1990)。再加上晤談 (又稱臨床晤談法)、自然觀察法和紙筆測驗，來實施對於另有概念的鑑別。

而根據 White 和 Gunstone (1992) 在 Probing Understanding 中以 1. 做概念圖 (Concept Mapping)、2. P-O-E 預測-觀察-解釋 (Prediction-Observation-Explanation)、3. 事例和事件晤談 (Interviews about Instances and Events)、4. 概念訪談 (Interviews about Concepts)、5. 畫圖 (Drawings)、6. 命運線 (Fortune Lines)、7. 關聯圖 (Relational Diagrams)、8. 字的聯想 (Word Association) 等方法來探究學生的想法。

其中以做紙筆測驗、概念圖、繪圖、晤談法等技術最常使用，所以以下簡介這四種方法：

(一) 紙筆測驗

對參與測驗的受試者，施以相同的文字發問方式，並就測驗所得，依既定的標準評量。常見有兩種形式：1. 開放式紙筆測驗；2. 封閉式紙筆測驗。一般的紙筆測驗，常採用傳統的選擇題測試方式來評量 (Ducan & Johnstone, 1973)，然這對於學生究竟採用何種推理方式則不得而知。Treagust (1986) 根據學生的推理結果，其中並涵蓋了若干另有概念，設計成新的「二段式選擇測驗」診斷工具，以瞭解學生的另有概念與推理之相關情形。

(二) 概念圖

Novak 和 Gowin (1989), Treagust (1995), White 和 Gunstone (1992), Edmondson (1999) 均認為做概念圖能有效幫助老師瞭解學童之概念，並幫助學童

達到有意義的學習，做概念圖之重點如下：

1. 選定一組概念，將它們分別寫在大約 3cm×1cm 的卡片上，讓學生將彼此相關的概念標示排列在白紙上，等確定無誤後固定於白紙上，在概念相關聯卡片間畫線，並寫出彼此間的關係。概念圖的優點是能快速、直接、較少言詞與能摘要式的探究出學童之概念。
2. 概念圖具有階層性 (hierarchical)，從最上層的主要概念，到次層的次級概念，再到下一層的特殊概念。
3. 好的概念圖能展示重要關聯線的詳述、有多樣化形式的關聯、豐富的交錯-關聯的樣式與清楚的架構。
4. 概念圖是呈現另有概念的一種有效工具，可用來評估學童概念之有效工具，檢驗學童是否瞭解所學課程的道理，並且探究學童是否學習去關聯其它不同的概念。

(三) 繪圖

繪圖非常地開放，對學生如何回答的限制很小，不論是封閉或是開放的方式都極具價值 (White & Gunstone, 1992)。

(四) 晤談法

Catherall (1981) 認為研究者可事先設計出一套晤談原案 (protocol)，作為晤談之大綱，在晤談的同時，可依受試者不同的反應，進而加入探測性的問題，以能深入瞭解每一位受試者心中真正的想法 (王文科, 1999)。

晤談時觀察與聽取學童的一切，不將成人觀點加之於學童，儘量使用學童能接受並了解的語言，自由重組問題，適時提出與學童認知層次相近的問題，使學童能夠自然表現自己的意見，此種做法可以了解學童的認知過程，並顯示出學童現在的概念水準。

研究方法與步驟

一、研究設計與流程

本研究邀請國小自然科教師參與研究，針對呼吸作用概念設計晤談的原案，並進行質的晤談分析。在晤談學童前，先用開放式紙筆測驗，找出學童在呼吸作用概念比較常見的想法，然後再從其中挑出合適的

學童，配合密室中的老鼠與綠色植物情境題（黑暗與照光）、概念構圖、植物呼吸部位繪圖、人體呼吸部位繪圖、晤談綱要等晤談工具深入晤談，找出國小學童在呼吸作用相關概念的另有概念，研究流程如圖 1。

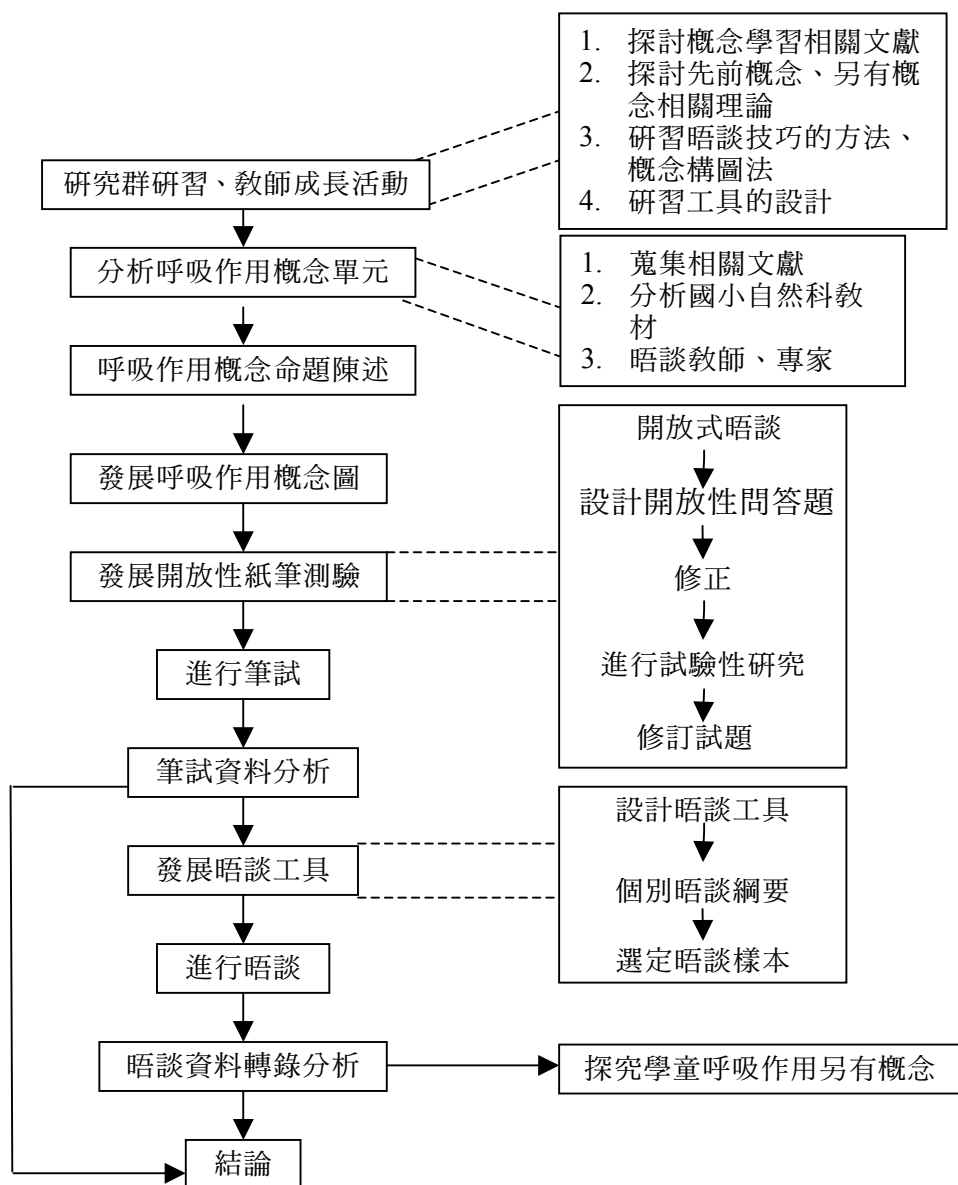


圖 1、研究流程圖

二、研究樣本

本研究的對象為高雄市兩所國小六年級學童，開放性紙筆測驗樣本選定高雄市市郊學校甲國小與高雄市市區學校乙國小，共計 215 位六年級學童。從甲、乙兩校開放性紙筆測驗中，各選取具有另有概念

之 35 名學童，實施概念構圖與繪圖。個別晤談樣本選定從概念構圖與繪圖 70 名學童中，選出 38 名具有概念之學童，進行個別晤談。樣本人數分配如下表 2。

表 2、研究樣本人數分配表

樣本群	開放式紙筆測驗	概念構圖與繪圖	個別晤談
甲國小	108	35	18
乙國小	107	35	20
合計	215	70	38

三、研究工具

本研究所使用的研究工具有兩種：分別為開放式紙筆測驗與個別晤談工具。開放性紙筆測驗除了有 A 卷、B 卷、C 卷與 D 卷共十六題外，還包括密室中的老鼠與綠色植物情境題（黑暗與照光）共二題（探討學童對於密室中的公老鼠的生存條件中，「空氣」與其它的生存基本條件的比較）。個別晤談工具包括學童概念構圖實例、實物、人體呼吸繪圖題、肺臟繪圖題、綠色樹木繪圖題與晤談學童之晤談綱要。本研究發展之研究工具均以國小呼吸作用相關概念之專家概念圖與命題敘述為依歸，因此以下介紹本研究整理出之國小呼吸作用命題陳述與專家概念圖。

在國小現有課程中，並無專門介紹「呼吸作用概念」的單元，但在自然科有「水中生物」、「氧和二氧化碳」、「光合作用」、「生物的生活環境」等教學單元，在健康教育有「人體的呼吸器官」的教學單元，因此本研究發展之命題陳述，乃是參酌國內外相關文獻、分析國小相關課程、並經國科會中小學呼吸作用概念研究群與國小教師，在經過多次的共同討論修正後，發展出適合國內國小學童之呼吸作用概念命題陳述。最後將此份資料與研究群平日討論與修正的所有疑問，送請植物生理學專家與動物生理學專家共同審核後，並且擇期與專家學者進行面對面的討論，確定無誤後修訂而成（見表 3）。

（一）呼吸作用的概念命題

表 3、國小六年級呼吸作用的概念命題

主題	次主題	命題陳述
1.呼吸作用的定義	1.必要性、持續性	1-1.生物體都必須持續呼吸，以維持生命。(國小強調呼吸作用的層次)
	2.呼吸氣體	1-2.動植物在呼吸時，會吸入氧氣，呼出二氧化碳。
2.氣體的交換	1.植物	2-1.植物的根、莖和葉均有利於氣體交換的構造。
	2.人體	2-2.人體中氧氣和身體產生二氧化碳，在肺泡中進行交換。
3.呼吸運動	1.原理	3-1.人類呼吸是利用胸腔擴張，將空氣吸入肺臟；慢慢吐氣時，胸腔漸漸恢復原狀。

- | | | |
|---------------------|------------------------------|---|
| 4.與光合作用
的關係 | 1.條件
2.與植物的
關係 | 4-1.綠色植物有光時行光合作用，呼吸作用隨時進行。
4-2.綠色植物光合作用所產生的氧氣，排到大氣中，可供動物（直接或間接）利用。 |
| 5.呼吸的
器官（
部位） | 1.植物
2.人類
3.魚類
4.蚯蚓 | 5-1.植物的根、莖和葉均有利於呼吸的部位。
5-2.有些動物如人類，利用肺呼吸。
5-3.有些動物如魚類，利用鰓呼吸。
5-4.有些動物如蚯蚓，利用皮膚呼吸。 |

(二)呼吸作用概念圖

在識別出命題陳述後，研究者即根據命題陳述發展概念圖，並使命題陳述與概念圖相關、與效化內容。下圖 2 的概念圖為國小六年級呼吸作用專家概念

圖，概念圖中並標示與命題陳述的關係，其中在括弧（ ）中的命名敘述編號與表 3 中的命名敘述編號一致。

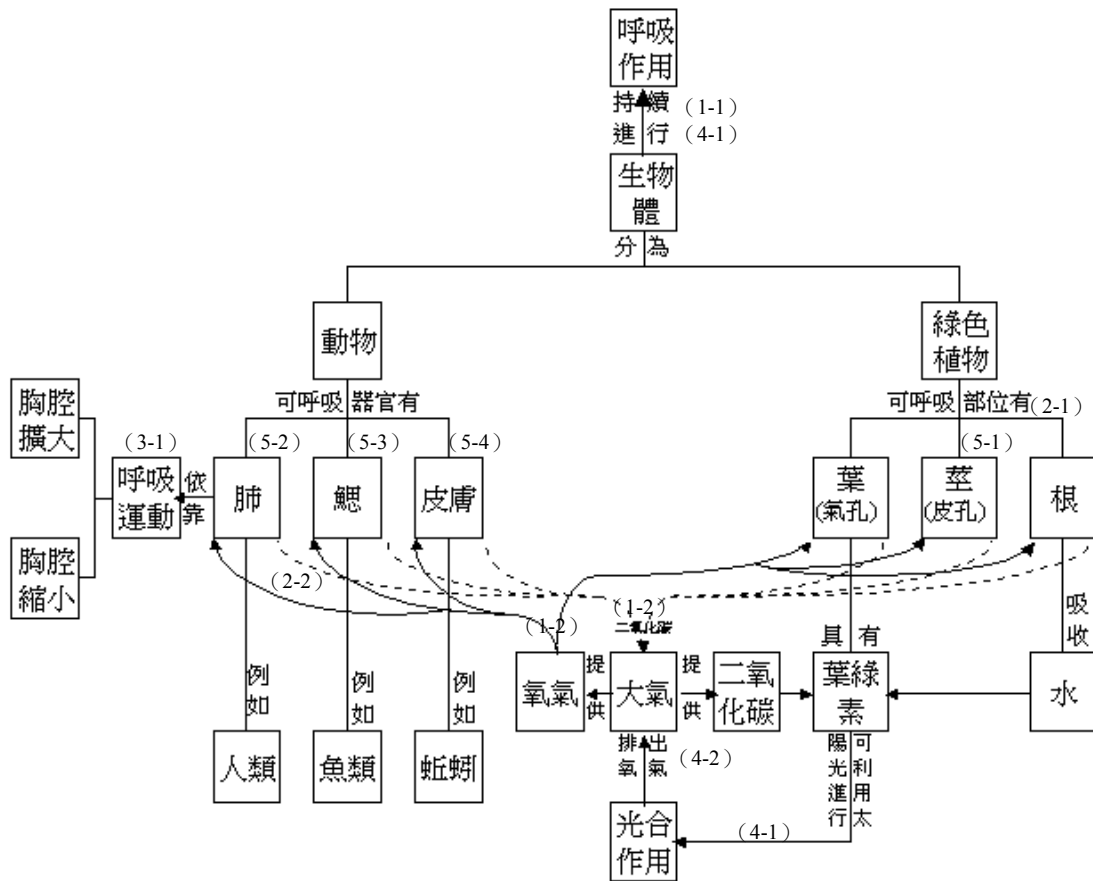


圖 2、國小六年級呼吸作用概念圖與命題陳述關係

四、資料分析

將各個學童在開放性紙筆測驗(包括開放性紙筆

測驗 A 卷、B 卷、C 卷與 D 卷共十六題、密室中的老鼠與綠色植物情境題共二題)中所回答的答案，進行歸類和百分統計，並與各個學童的概念構圖與繪圖

(包括人體呼吸繪圖、植物呼吸繪圖)的結果,分析比較,將具有同一類型另有概念的學童做出分析歸類,選擇另有概念類型代表學童,作為個別晤談之參考。個別晤談後,將晤談錄音內容逐字轉錄(個別晤談的原始資料為全程錄音的錄音帶),並把轉錄資料加以編碼,依照本研究發展的概念圖與命題陳述,逐條列出學童的另有概念與類型。茲將個別晤談資料分析的歷程說明如下:

- 1.將接受個別晤談的學童加以編號為 S6XYZ,其中第一碼 S 代表學生,第二碼 6 代表六年級,第三碼 X 代表學校(總共有三個學校學生接受晤談,這些學校分別以 1、2、3 來表示),第四、五碼 YZ 代表流水號。
- 2.將個別晤談錄音內容逐字轉錄,謄寫為逐字稿,逐字稿開端並附上學生姓名、個案編號、性別、晤談時間等,逐字稿內文中並標上晤談所使用的工具如概念圖、實物、繪圖、晤談綱要等。
- 3.縮減晤談資料,將不必要的資料排除如下列各項:
 - (1)態度的問題回答(如:喜不喜歡自然科)。
 - (2)社交談話。
 - (3)多餘的談話。
 - (4)與呼吸作用概念無關的談話主題。

(5)誇張的、高度暗示的、引導式的回答。

(6)重複回答。

- 4.將學童晤談轉錄的資料,依照本研究發展的命題陳述,逐條列出迷思概念,形成概念細目表。
- 5.將所有受試者的資料,全部整理分析後,歸類出學童的另有概念類型,並與國內外相關研究做比較。
- 6.晤談的內容效度:晤談工具的內容設計,主要是根據國小呼吸作用命題陳述與專家概念圖,發展出來後經過專家、高中生物專任教師、國中生物專任教師、國小自然科教師互相討論,因此在內容上能有效地探究國小學童有關於呼吸作用概念。
- 7.晤談的過程信度:研究者在正式與受試者進入主題之前,為了能增加受試者對於本研究之認同,研究者會先行說明本研究之目的、意義與價值性,並且強調晤談的結果僅供研究之用,絕對與學校的任何學業成績無關。在晤談過程中研究者以尊重和親切的方式降低學童的緊張程度,並且適時建立良好關係,以增加學童的答題意願。因為研究者是否能在訪談過程中,和受試者建立和睦的氣氛,往往是該訪談有無成效的最主要關鍵(王文科,1999)。

結果與分析

一、學童對呼吸作用的定義之另有概念

(一)必要性、持續性

- 1.不是所有的動植物都一定要呼吸,或是一定要持續呼吸。

學童不認為所有的動植物都一定要呼吸,或是一定要持續呼吸(佔 17/38),學童這樣想的理由不一,研究者歸類成以下 5 種模式加以分析:

(1)體型封閉模式

學童認為有些生物因為身體是封閉的(例如貝類包被著厚殼),所以無法呼吸。例如:

S:貝類。活在土中的貝類。

T:為什麼?

S:因為貝類整個身體都被自己厚厚的殼包住了,又加上活在土中,所以貝類不會呼吸。

T:你怎麼知道的?

S:我曾經挖過貝類,他們都藏在土裡,牠們也沒有腳可以跑出來,怎麼可能會呼吸呢?(S6104、概念圖晤談、2001/5/24)

(2)呼吸器官模式

學童認為有些生物因為沒有呼吸的器官(例如鼻子、葉子),所以無法呼吸。例如:

T: 有沒有動物是不會呼吸的?
 S: 有, 蜘蛛。
 T: 為什麼?
 S: 牠沒有鼻子。(S6203、概念圖語談、2001/9/20)

T: 冬天時, 植物的葉子都掉光了, 植物還呼吸嗎?
 S: 它會.....休息吧! 不會呼吸了!
 T: 喔!
 S: 植物沒有葉子了, 應該就無法呼吸了, 植物應該會暫時休息。(S6210、實物語談、2001/10/4)

(3)功能替代模式

學童認為有些生物因為有其他的功能替代, 所以不用呼吸也沒有關係, 例如:

母親會提供胎兒養分, 所以在母親肚子裡的胎兒是不用呼吸的:

T: 胎兒在媽媽的肚子裡, 會呼吸嗎?
 S: 嗯...不會。
 T: 為什麼?
 S: 因為...他是有臍帶, 但是應該是送養分的。
 T: 胎兒不呼吸沒有關係嗎?
 S: 嗯....., 應該是有養分就可以了吧! (S6201、晤談綱要、2001/9/13)

只要樹木有水分就可以存活了, 所以樹木如果掉了葉子, 是不會呼吸的:

T: 有些會下雪的地方, 例如日本、韓國等, 植物在冬天時, 葉子會掉光光.....。
 S: 它們冬眠呀! 暫時不會成長。
 T: 哦! 不用呼吸嗎?
 S: 植物會吸收水分, 植物吸收水份就可以不呼吸。(S6105、實物語談、2001/5/24)

綠色植物在白天時有陽光提供熱能, 因此不用呼吸也不會死亡, 並且只會在晚上無光的情況下呼吸:

T: 綠色植物在白天會不會呼吸呢?
 S: 植物在白天會光合作用, 不會呼吸。
 T: 為什麼?
 S: 因為陽光會提供植物熱能, 幫助植物不用呼吸就可以生存。(S6103、概念圖語談、2001/5/17)
 T: 為什麼有這樣的差異?
 S: 晚上沒有陽光, 白天有陽光。
 T: 陽光的差別嗎?
 S: 對。陽光給植物熱。
 T: 有什麼功用嗎?
 S: 陽光的熱讓植物不用吸氧氣, 可是晚上就要氧氣才能活。(S6202、概念圖語談、2001/9/13)

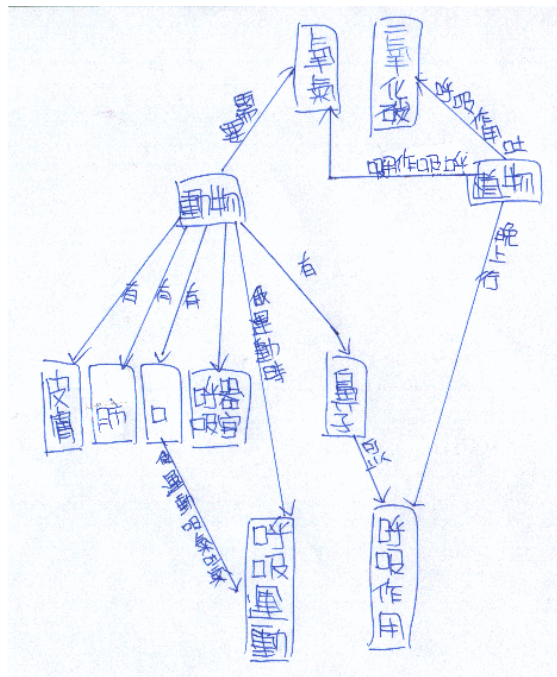


圖 3、學童 S6202 的呼吸作用概念構圖

(4)利它模式

學童認為植物的呼吸是為了進行光合作用之用，所以沒有葉子進行光合作用的植物（例如仙人掌），就不會呼吸。例如：

S：它沒有葉子進行光合作用。

T：沒有光合作用就不會呼吸嗎？

S：對呀！如果不光合作用，他當然就不用呼吸空氣...，因為呼吸空氣也沒用。(S6111、實物晤談、2001/6/7)

(5)活動模式

學童認為不會活動的生物，不用呼吸空氣，例如：在母親肚子裡的胎兒是不會動的，所以不需要空氣；掉了葉子的樹木會暫時休息、冬眠，所以不用呼吸空氣。例如：

T：為什麼？

S：胎兒不用活動，所以不需要呼吸。

T：不用活動就不會呼吸嗎？

S：對呀！我們一直活動所以呼吸，胎兒又不會活動。(S6301、晤談綱要、2001/9/14)

2.空氣不是動植物生存的基本條件；相對於其它生存條件，空氣不是最重要的條件。

因為空氣的特性是看不見、摸不著的，所以很容易被學童所疏忽。學童認為相對於其它生存條件，空氣不是動植物生存的最重要的條件(佔 14/38)。學童認為水、食物、土壤、太陽、或伴侶是動植物生存的基本條件，對於這些生存的基本條件學生之思考模式有三：

(1)維生模式

很明顯地，動植物需依賴水分、食物和養分等來維持生命。因此，學童很理所當然地認為水分、食物、養分、或土壤是動植物生存的基本條件，而忽略了空氣也是動植物生存的最重要的條件，茲針對水分、食物、及土壤等條件分述如下：

學童認為對於動物來講，水分比空氣重要，因為沒有水動物很快就會死：

T：你的意思是水比氧氣重要？

S：我是覺得水比氧氣重要。

T：為什麼？

S：因為對於動物來講，沒有水很快就會死。(S6103、情境題晤談、2001/5/17)

學童認為食物比空氣重要，因為動物沒有吃食物會死；學童也認為土壤比空氣重要，因為土壤可以提供綠色植物水分和養分，而且植物一定要種在土裡。

(2)情感模式

有伴侶比空氣重要，因為沒有伴侶動物會很害怕。例如：

T：作伴比其它的條件重要嗎？

S：如果老鼠很害怕，會很快死掉。

T：如果和空氣的條件來做比較呢？

S：...還是作伴重要。(S6108、情境題晤談、2001/5/31)

(3)功能顯著模式

學童認為在白天時，植物體最顯著的功能是光合作用，因此認為太陽比空氣重要，因為太陽可以讓綠色植物進行光合作用。例如：

T：和太陽、土壤比起來呢？

S：太陽比較重要，再來是空氣，...再來是土壤。

T：為什麼？

S：因為進行光合作用比較重要。(S6307、晤談綱要、2001/9/28)

3.生物體所吸收的氧氣，只供給體內某一部份使用，非供給全身使用、或是體內不會使用到氧氣。

學童認為在人體方面，氧氣只供給身體的重要的部位使用(佔 5/38)，例如肺臟、心臟、胃臟或肝臟等器官；只提供給“會動”的器官使用(佔 3/38)，例如手、腳、眼睛或腸子等器官；氧氣提供心臟使用(佔 2/38)，以製造血液。在植物方面，學童認為綠色植物體內並不會使用氧氣(佔 7/38)，因為綠色植物不需要氧氣，只是將空氣中的氧氣集中起來再排放出來而已；只是暫時存放而已，綠色植物體內並沒有哪一部份真正需要氧氣來做什麼事。學童這樣想的理由不一，研究者歸類成以下 4 種模式加以分析：

(1)控制模式

學童認為人體的肺臟、心臟、胃臟或肝臟等器官，可以控制身體的機能，所以需要氧氣的供應。例如：

S：重要器官。

T：例如？

S：肺、肝、胃……等等。

……

T：綜合以上所講的，我們再歸類一下，哪些部位需要氧氣，哪些不需要？

S：應該是一些控制身體機能的器官才需要氧氣吧！

(S6201、晤談綱要、2001/9/13)

(2)活動模式

學童認為人體的手、腳、眼睛或腸子等器官，會活動，所以需要氧氣的供應。例如：

T：氧氣要供應給什麼部位使用？

S：手、腳、心臟、眼睛。

T：還有嗎？

S：腸子…。

T：為什麼這些部位需要氧氣？

S：活動需要氧氣。(S6311、晤談綱要、2001/10/5)

(3)製造模式

學童認為心臟會製造血液，所以需要氧氣的供應。例如：

T：氧氣提供給什麼部位使用？

S：心臟。

……。

S：製造血液。

T：為什麼？

S：心臟要一直吸氧氣，一直製造血液。(S6302、晤談綱要、2001/9/14)

(4)儲存模式

學童認為綠色植物不需要使用氧氣，所以暫時把氧氣儲存起來而已。例如：

T：綠色植物吸氧氣嗎？

S：會，晚上的時候。

T：綠色植物它要使用嗎？

S：不要，嗯...它只是把氧氣集中起來…。(S6205、

晤談綱要、2001/10/25)

(二)呼吸氣體

1.人類正常呼吸時所呼出的二氧化碳，與所吸入的氧氣無關。

學童認為我們在呼吸時，會吸入氧氣，呼出二氧化碳，然而此二氧化碳的產生與所吸入的氧氣無關，是呼吸時吸入的；是吃東西消化後，所產生的廢氣：

(1)吸入模式

學童認為大氣中有許多的二氧化碳，我們呼吸時會自然吸入二氧化碳(佔 13/38)，因此我們呼吸時也就會呼出二氧化碳。換句話說，學童認為我們如果沒有吸入二氧化碳，就不會呼出二氧化碳。有些學童甚至認為世界上因為污染的關係，所以空氣中充滿了髒空氣，也就是二氧化碳，這與其它的動物、植物和人類無關(佔 3/38)。例如：

S：都是這些污染害的，害我們要吸到二氧化碳。

T：你是說空氣中這些二氧化碳和我們都無關嗎？

S：對呀！要不是有污染，我們才沒有二氧化碳呢！

(S6201、晤談綱要、2001/9/13)

(2)消化模式

學童認為在吃東西消化後，除了會產生一些廢物，也會產生一些廢氣，這一些廢氣就是二氧化碳(佔 3/38)，例如：

T：我們吸入氧氣，呼出二氧化碳，在這個過程，氧氣哪裡去了？二氧化碳又哪裡來的？

S：氧氣是被身體用去的，像肺就會用去氧氣，二氧化碳應該也是身體製造出來的。

T：身體怎樣製造？從哪裡被製造？

S：我們會吃東西，消化完就會產生二氧化碳。

T：你怎麼知道？

S：肚子都會一直咕嚕咕嚕的，就是二氧化碳的產生。

(S6210、晤談綱要、2001/10/4)

但學童為什麼認為二氧化碳必須加以排除呢？研究者歸類成以下 2 種模式加以說明：

(1)有害模式

學童認為二氧化碳有毒的；二氧化碳是髒的、受

污染的；二氧化碳對人體是有害的；所以我們會呼出二氧化碳。例如：

S：空氣很污染，有很多有毒的氣體。

T：喔！然後呢？

S：這些有毒的氣體就是二氧化碳。

T：嗯！然後呢？

S：我們呼吸時就吸到了...，所以要呼出來.....，呼出來對我們就有毒。(S6201、概念圖晤談、2001/9/13)

(2)無用模式

二氧化碳對人體是無用的，所以我們會呼出二氧化碳。例如：

T：這些二氧化碳哪裡來呢？

.....

S：呼吸時吸進的。

T：為什麼要呼出來？

S：沒有用處。(S6304、概念圖晤談、2001/9/14)

2.綠色植物在白天有陽光時，只吸收二氧化碳排出氧氣。

學童認為綠色植物和人類不同，在白天有陽光時，只吸收二氧化碳排出氧氣(佔 16/38)。在晚上無光照時，學童的想法，研究者歸類成以下 2 種模式加以說明：

(1)白天「反呼吸作用」模式

學童認為綠色植物在白天有陽光時，只吸收二氧化碳排出氧氣；在晚上無光照時，吸收氧氣排出二氧化碳。換句話說，綠色植物的呼吸在白天和晚上是相反的情形(佔 13/38)，晚上和人類一樣吸收氧氣排出二氧化碳，白天則相反，因為綠色植物晚上沒有陽光可以進行光合作用，所以在晚上和人類一樣吸收氧氣

排出二氧化碳例如：

T：植物在晚上有什麼不一樣嗎？

S：晚上沒有太陽行光合作用，所以吸收氧氣，呼出二氧化碳。

T：對於綠色植物白天和晚上呼吸的情形，你可以再說一次嗎？

S：植物白天會吸二氧化碳，因為有陽光...呼出氧氣，晚上吸收氧氣，沒有陽光，呼出二氧化碳。(S6202、概念圖晤談、2001/9/13)

(2)全天「反呼吸作用」模式

學童認為綠色植物不論白天或晚上，都是吸二氧化碳，排出氧氣(佔 3/38)，因為綠色植物和我們人類不一樣，它不需要氧氣：

T：那晚上的情形呢？

S：晚上的情形和白天是一樣的，也是吸入二氧化碳，排出氧氣。

T：植物有可能會需要氧氣嗎？

S：不需要，植物和人類不一樣。(S6210、概念圖晤談、2001/10/4)

學童也認為綠色植物只會排出氧氣，不會排出二氧化碳的(佔 2/38)，因為綠色植物主要就是要排放出氧氣給我們：

T：植物呼吸會放出氧氣，會不會排出其它的氣體。

S：不會。

T：為什麼？

S：綠色植物就是要放出氧氣給我們，不會放出二氧化碳。(S6105、概念圖晤談、2001/5/24)

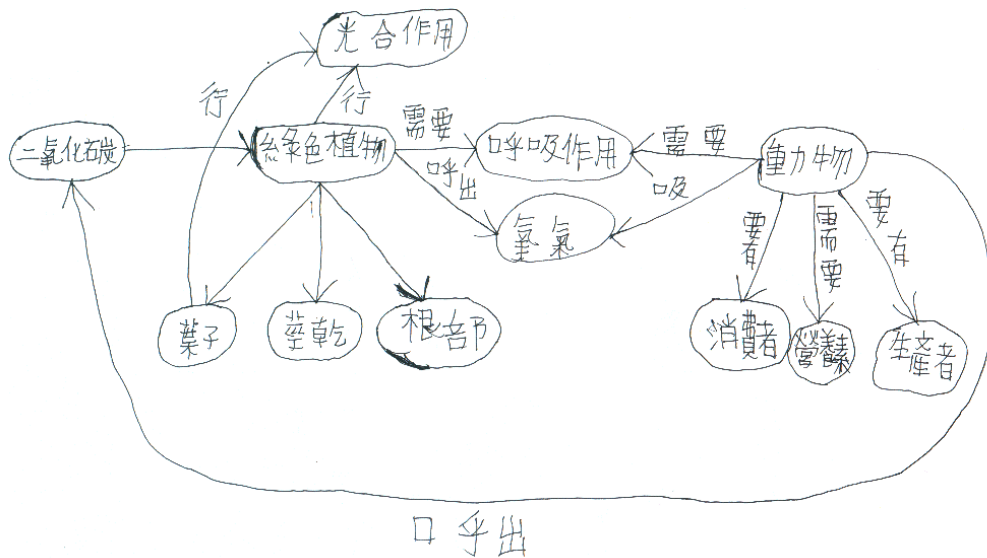


圖 4、學童 S6105 的呼吸作用概念構圖

二、學童對氣體交換的另有概念

(一)植物

1. 綠色植物只有葉子會進行氣體交換。

學童認為綠色植物只有葉子會進行氣體交換，根和莖不會進行氣體交換。學童這樣認為的理由如下：根和莖沒有氣孔；根只會吸收水分；根不需要氧氣。

2. 綠色植物在白天利用莖將二氧化碳轉變成氧氣；綠色植物在晚上利用莖將氧氣轉變成二氧化碳。

學童認為植物的莖就好像人類的肺臟一樣，可以將氣體轉換，以下分成白天和晚上兩種情況加以分析：

(1) 白天「葉吸二氧化碳莖轉根排」模式

學童認為綠色植物在白天，會利用葉子吸收二氧化碳，並將二氧化碳集中到莖，莖將二氧化碳轉變成氧氣後(佔 5/38)，在白天送到根部排出；或是等到晚上再由根部排出；或是綠色植物將氧氣由根排到土壤裡，等到晚上才可以利用根吸收土壤裡的氧氣，例如：

- T：綠色植物吸入二氧化碳呢？
 S：將二氧化碳傳到莖。
 T：為什麼？
 S：因為莖可以把二氧化碳變成氧氣。

.....

T：由哪裡排出？

S：根。(S6204、繪圖晤談、2001/9/20)

(2) 晚上「根吸氧莖轉」模式

學童認為綠色植物在晚上時，葉子不會再吸收空氣，而是由根部吸收氧氣，並將氧氣集中送到莖，莖會將氧氣轉變成二氧化碳(佔 5/38)，將二氧化碳送到葉子排出；或是將二氧化碳直接由莖上的孔排出，例如：

- T：由根吸進來的氧氣呢？
 S：吸到莖轉變成二氧化碳。

T：然後呢？

S：排出呀！(S6213、繪圖晤談、2001/10/11)

3. 綠色植物利用莖將二氧化碳過濾住。

綠色植物在白天時，從葉子吸收空氣並送至莖，在送到莖的過程中，將二氧化碳逐漸過濾起來，二氧化碳會暫時被保留在莖中間，到達莖底部的氣體是氧氣，植物將氧氣送到根後排放到土壤中；在晚上時，植物的根會從土壤裡吸氧氣到莖底部，並將白天被過濾起來的二氧化碳往葉子的方向趕出去，因此綠色植物在晚上會排出二氧化碳：

- T: 爲什麼你要強調送到莖?
- S: 因爲葉到莖, 就好像我們人類的鼻子到肺一樣。
- T: 葉到莖有什麼功能嗎?
- S: 和我們一樣過濾空氣。
- T: 怎樣過濾法呢?
- S: 空氣...會把二氧化碳過濾起來。
- T: 二氧化碳過濾起來放在哪裡?
- S: 先放在葉和莖中間...某一個...其中一個地方。
- T: 氧氣呢?
- S: 氧氣送到根, 從根送到土裡面。
-
- T: 怎樣相反? 你可以說一下嗎?
- S: 就根從土裡吸氧氣。
- T: 然後呢?
- S: 吸到莖...吸了很多到莖, 把原來在莖的二氧化碳, 向前擠。
- T: 向哪裡擠?
- S: 向葉子的方向。
- T: 然後呢?
- S: 葉子就會排出二氧化碳。(S6204、繪圖晤談、2001/10/25)



圖 5、學童 S6204 的植物呼吸繪圖

4. 綠色植物的根進行氣體交換的方式與葉子不同。

學童認爲根可以進行氣體交換, 然而綠色植物的根進行氣體交換的方式與葉子不同, 其不同點如下:

- (1) 根只會排出氧氣;
- (2) 根只會排出二氧化碳;
- (3) 根只會吸收氧氣, 與葉子會吸收空氣並且排出空氣是不同的。

(二) 人體

1. 人類呼吸時吸入的空氣都集中在肺, 不會到其它器官; 肺臟會將吸入的氧氣都轉變成二氧化碳; 肺臟有許多的氣管連接到身體的各器官;

人類的皮膚可以排出二氧化碳; 氧氣在人體內被使用完後, 以放屁的方式排出。

(1) 肺中心模式

學童認爲呼吸所吸入的空氣, 都集中在肺裡面, 不會被送到其它的部位或器官(佔 5/38), 因爲肺是呼吸的中心, 其它的部位不需要空氣:

T: 空氣吸到肺之後呢?

S: 就吸到肺而已。

T: 爲什麼?

S: 肺是呼吸的中心, 只有肺需要空氣。

T: 身體其它的器官呢?

S: 不需要空氣。(S6112、繪圖晤談、2001/6/7)

空氣進入肺後, 二氧化碳被過濾住, 會被氧氣推擠, 從鼻子呼出去:

- T: 人類以鼻子呼吸空氣，再來空氣會……？
 S: 進入到肺部。
 T: 什麼空氣？
 S: 氧氣和二氧化碳。
 T: 氧氣和二氧化碳進入到肺之後呢？
 S: 在肺裡因為有濾網，所以二氧化碳會被濾住。
 T: 然後呢？
 S: 然後就二氧化碳被集中在肺出口的地方。
 T: 然後呢？
 S: 二氧化碳就會被氧氣推擠，從鼻子呼出去。
 (S6204、繪圖晤談、2001/10/25)



圖 6、學童 S6204 的人類呼吸繪圖

有些學童也認為肺是一個收集空氣的地方，所有的廢氣都被肺收集起來一起排出；肺臟將吸入的氧氣都轉變成二氧化碳(佔 4/38)，其它的器官或部位不會像肺一樣。

(2)肺功能不等模式

肺臟有兩邊的原因，是為了一邊可以裝氧氣，一邊裝二氧化碳(佔 2/38)，這樣身體就可以很容易的把二氧化碳排出去：

- T: 空氣進到肺之後呢？
 S: 氧氣進入一個肺，二氧化碳就會從另一個肺排出來。
 T: 喔！
 S: 沒有用的二氧化碳會集中在一個肺，比較好呼出去。
 T: 還有呢？
 S: 也比較好傳空氣到身體裡的每一個地方。
 (S6202、S6304、繪圖晤談、2001/9/13)

(3)肺—氣管模式

肺有許多的氣管，可以聯通到心臟、胃或腸子等器官，提供身體的各器官空氣：

- T: 其它器官需要氧氣怎麼辦？
 S: 肺送給它。
 T: 怎麼送？
 S: 有一條管子送。
 T: 什麼管子？
 S: 氣管。
 T: 從哪裡通到哪裡？
 S: 從肺通到器官。(S6310、繪圖晤談、2001/10/5)

(4)皮膚模式

學童認為人類的皮膚是可以用來排放二氧化碳的(佔 2/38)，因為皮膚有毛細孔，可以順利地將二氧化碳由毛細孔排出；我們流汗的時候，就會一併將二

氧化碳蒸發出來，例如：

- T: 有一個廣告說：「我的皮膚會呼吸。」你覺得人類的皮膚會呼吸嗎？
 S: 會。
 T: 為什麼？
 S: 人的皮膚有毛細孔，毛細孔就會排出二氧化碳了。(S6107、晤談綱要、2001/5/31)

(5)放屁模式

學童認為人類吸入的氧氣，在使用完後會以放屁的方式排出(佔 1/38)，因為氧氣被人類使用完後會變成廢氣：

- T: 那麼使用氧氣完後會…？
 S: 放屁放掉。
 T: 為什麼？
 S: 我們不是都會放屁嗎？應該是屬於廢氣。
 (S6208、概念圖晤談、2001/10/4)

2. 氧氣對人類的功用是趕走體內的二氧化碳。

學童認為我們吸氧氣的原因是要趕走體內的二氧化碳(5/38)，因為二氧化碳是不好的空氣；是不新鮮的空氣：

- T: 為什麼要趕走？
 S: 二氧化碳是不好的。
 T: 趕走的意思是什麼？
 S: 二氧化碳走了，換成氧氣。(S6102、晤談綱要、2001/5/17)

三、學童對人類呼吸運動的另有概念

1. 人類利用口鼻吸入空氣到肺部，所以胸腔變大。

學童認為人類的胸腔之所以會因為呼吸而擴大縮小，是因為我們空氣進入肺的原因(佔 19/38)，並不認為是因為胸腔會擴大，所以空氣可以進入肺。

2.人類將空氣吸入肺的力量來自於口鼻、肺本身或自己的意志力。

(1)口鼻模式

學童認為讓空氣進入肺的力量是來自於口鼻：

S：是空氣進到肺後，所以胸腔會跟著變大。

T：那麼為什麼空氣能進到肺裡面？

S：鼻子吸的。

T：將鼻子捏住呢？（請受試者試驗）

S：還是可以由口呼吸。

T：所以你認為吸氣的力量來自哪裡？

S：嘴巴和鼻子。（S6108、繪圖晤談、2001/5/31）

(2)肺模式

學童認為肺本身是有力量的(佔 5/38)，肺本身能將空氣「吸」進去與「吐」出來；肺本身有肌肉，可以在收縮時讓空氣進到肺裡，例如：

T：空氣進到肺是靠哪裡的力量？

S：嗯...，肺。

T：肺？

S：對，肺自己能吸空氣和吐出空氣。

T：肺自己吸空氣和吐空氣，不需要幫忙嗎？

S：不需要幫忙。（S6205、繪圖晤談、2001/9/27）

(3)意志力模式

學童認為呼吸是一種意志力的表現(佔 1/38)，靠自己的想法就可以完成呼吸的動作：

T：你靠什麼力量讓空氣進到肺？

.....

S：用我的想法就可以了。

T：你可以說清楚一點嗎？

S：我要做什麼事，我怎麼想就會怎麼做。

（S6313、繪圖晤談、2001/10/12）

四、學童對呼吸與光合作用關係的另有概念

(一)條件

1.綠色植物在白天有陽光時，只吸收二氧化碳排出氧氣；在晚上無光照時，吸收氧氣排出二氧化碳

此部分的分析請見：一、學童對呼吸作用的定義之另有概念，(二)呼吸氣體之第 2 項（綠色植物在白天有陽光時，只吸收二氧化碳排出氧氣）。

(二)與植物的關係

1.綠色植物進行光合作用產生氧氣，是為了幫助人類過濾二氧化碳，並提供氧氣。

(1)過濾模式

學童認為綠色植物為了人類，所以進行光合作用來過濾二氧化碳後，排出氧氣給人類可以呼吸新鮮的空氣(佔 7/38)，植物在光合作用時，利用太陽的熱能幫助，來過濾空氣：

T：你說白天綠色植物會吸入二氧化碳，呼出氧氣，為什麼？

S：因為植物會利用太陽的熱能，進行光合作用，...將二氧化碳過濾，...二氧化碳會被暫時存放在莖裡面，等到晚上就會排出來。

T：所以光合作用就是...？

S：用熱能幫助植物過濾空氣，過濾空氣中我們吐出來的二氧化碳。（S6213、晤談綱要、2001/10/11）

(2)供應模式

有些學童甚至認為綠色植物在完全無光(黑暗)的情況下，還是會進行光合作用，產生氧氣。有些學童認為綠色植物進行光合作用最主要的目的，不是為自己而是為了人類：

T：剛才我們提到綠色植物白天有陽光時，會排出氧氣，它排出氧氣的最大理由是什麼？

S：如果不排出氧氣，人類就沒有氧氣了。

T：所以你認為綠色植物排出的目的是為了我們人類嗎？

S：對，因為植物就是要讓人類有氧氣可以吸。

T：植物呼出氧氣不為它自己嗎？

S：不是，是為了我們的呼吸有氧氣。（S6108、晤談綱要、2001/5/31）

2.人類呼吸的氧氣大都直接來自於陸地上的樹木。

學童認為我們人類所呼吸的氧氣，都必須直接來自於陸地上的樹木(佔 9/38)，因為我們所吸的氧氣要靠樹木直接供應：

T：樹木植物直接呼出來的嗎？

S：是呀！樹木呼出來讓我們吸。

T：如果這一些樹木死光光呢？

S：我們的氧氣就會很少。

T：結果呢？

S：我們也會死掉。（S6109、晤談大綱、2001/5/31）

學童認為我們無法離開樹木太遠，因為我們在沒有樹木的地方無法呼吸到氧氣：

- T: 爲什麼你會這樣覺得?
 S: 因爲我們的住的地方, 都要種很多的樹木。
 T: 爲什麼?
 S: 所以我們不能離開樹木生活。
 T: 不能離開嗎?
 S: 是不要離開太遠吧! 至少附近要有樹木。
 (S6111、晤談大綱、2001/6/7)

五、學童對呼吸器官(部位)的另有概念

(一)植物

1. 綠色植物利用葉子上的葉脈、葉子上的纖毛和葉子的邊緣(葉緣)來進行氣體交換。

(1)管子模式

學童認爲空氣會由葉脈進入綠色植物(佔12/38), 因爲葉脈是一條管子, 可以傳送空氣:

- T: 葉子的哪裡?
 S: 葉脈。
 T: 爲什麼要葉脈, 其它的部位不可以嗎?
 S: 葉脈有管子呀! 其它地方有管子嗎?
 T: 有管子做什麼?
 S: 才可以運送空氣。(S6104、繪圖晤談、2001/5/24)

(2)細孔模式

學童認爲葉脈上有孔、氣孔, 可以讓空氣流通、及進出; 空氣會由綠色植物葉子上的纖毛進出(佔4/38), 因爲每一種植物的葉子都有毛, 而且毛上面有孔, 可以讓空氣進出; 葉子的葉背部分有毛毛的細毛, 細毛上有孔, 可以讓空氣進出植物體內; 葉子就像人體手上的毛細孔一樣, 毛細孔上有長毛, 也可以讓空氣進出; 也有學童認爲空氣會由綠色植物葉子邊緣進出(佔3/38), 因爲葉緣有氣孔, 可以讓空氣進出。上述學童的另有概念舉一例如下:

- T: 背面.....整面嗎?
 S: 不是, 有一個一個像我們的毛細孔一樣的孔(指著自己的手), 會吸空氣, 也會吐空氣。
 T: 你可以再仔細描述嗎?
 S: 毛細孔上有長一根毛, 毛細孔就是有一個孔讓空氣進去。
 T: 植物其它的部位也能呼吸嗎?
 S: 不能, 因爲其它部位並沒有像葉子一樣的孔。(S6103、繪圖晤談、2001/5/17)

3. 綠豆在晚上無光時, 葉子會翻面呼吸。

學童認爲綠豆的葉子會翻面呼吸(佔1/38), 因爲

學童在觀察中有發現, 因此非常確定葉子會翻面的情況, 而且也發現在白天又會翻回去的狀況:

- T: 晚上植物怎樣呼吸?
 S: 植物到了晚上, 會將葉子翻過來(翻面)進行呼吸。
 T: 怎麼翻過來?
 S: 我種綠豆的時候, 到了晚上, 綠豆的葉子會翻面, 應該是在呼吸。
 T: 你有仔細觀察嗎?
 S: 有, 綠豆將葉子翻過來, 可以發現綠豆的葉子背面毛毛的、有一點一點綠綠的點, 比較粗糙, 不像正面滑滑的不像有孔的樣子, 而且到了白天, 葉子就會再翻轉回來。
 (S6102、晤談綱要、2001/5/17)

4. 沒有葉子的植物例如仙人掌, 利用“針”來呼吸; 掉了葉子的樹木, 利用枝幹的最末端呼吸空氣。

(1)針模式

學童認爲仙人掌會利用身上的針來呼吸(佔10/38), 因爲仙人掌上的針就是它的葉子, 所以仙人掌會利用針來呼吸空氣; 仙人掌上的一個針有一個孔可以呼吸, 好像注射針筒的針一樣; 仙人掌上的針是最明顯的部位, 所以仙人掌只有這個部位可以呼吸空氣。上述學童的另有概念舉一例如下:

- T: 使用什麼部位呼吸呢?
 S: 它的針。
 T: 爲什麼?
 S: 它沒有葉子, 也沒有其它的呼吸的地方, 這個地方最明顯的。(S6309、晤談綱要、2001/9/28)

(2)枝末模式

學童認爲因爲寒冷或是缺水的情況下掉葉子的樹木, 會利用枝幹的最末端呼吸空氣(佔4/38), 因爲樹木的葉子雖然掉了, 呼吸的孔還是會留著:

- T: 植物在冬天時, 樹葉都掉光了, 白天時, 植物還會呼吸嗎?
 S: 也是會。
 T: 從哪裡吸入空氣呢?
 S: 從枝的最末端。
 T: 爲什麼?
 S: 因爲本來葉子上有孔, 葉子掉了孔還是會留著。(S6204、晤談綱要、2001/9/20)

(二)人類

1.人體的呼吸器官肺臟，是中空的皮球型和汽球型、是網子的濾網型、是長長的管子型、像標靶的螺旋型或是有泡泡的海綿型。

球一樣(如例 S6308)或像汽球一樣(如例 S6103)，外面是肺的膜包著，裡面空空的，這樣才能裝空氣：

(1)空心模式

學童認為人體的肺臟是空心的(佔 7/38)，像軟皮

S：像一個軟皮球。

T：裡面呢？

S：裡面是空心的。

T：為什麼？

S：肺本來就是空心的，空氣才能進去呀！（S6308、繪圖晤談、2001/9/28）

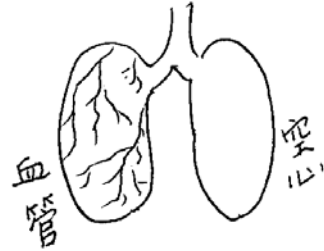


圖 7、皮球型的肺臟構造圖

S：空心的。

T：像什麼？

S：像汽球。

T：為什麼呢？

S：因為要是肺是實心的，怎麼能裝空氣呢？（S6103、繪圖晤談、2001/5/17）



圖 8、汽球型的肺臟構造圖

(2)濾網模式

肺臟是一個過濾網(佔 6/38)，像漁網或濾水器的

網子一樣，這樣才能過濾空氣，把髒的空氣過濾掉：

S：像濾水器中的濾網一樣。

T：為什麼？

S：髒空氣會被過濾住了，卡住了，不會進到身體的器官去。（S6304、繪圖晤談、2001/9/21）



圖 9、濾網型的肺臟構造圖（1）

T：我們身體的肺，它的構造是什麼樣子？

S：像一張過濾網。

T：為什麼？

S：吸進的空氣裡的二氧化碳，就被排除在外了。

T：吸入氧氣時呢？

S：就會把二氧化碳一起趕出去，所以我們呼出來的空氣都是二氧化碳。（S6204、繪圖晤談、2001/9/20）

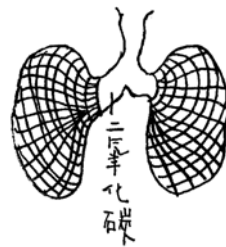


圖 10、濾網型的肺臟構造圖（2）

(3)長管模式

肺臟是一個長長的管子(佔 2/38)，這樣我們吸入

空氣時，才能逐漸地過濾新鮮的空氣送到身體去，也能利用管子把空氣送到身體某個部位：

S：像迷宮。

T：什麼樣的迷宮？

S：肺裡有長長的氣管，一直繞來繞去的，很長所以像迷宮。

T：為什麼要這樣？

S：這樣才能慢慢的過濾空氣。

T：還有什麼用處呢？

S：空氣也可以由這管子送到身體需要的地方。(S6207、繪圖晤談、2001/9/27)

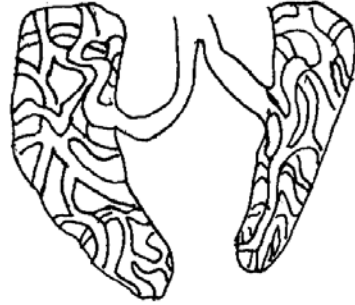


圖 11、管子型的肺臟構造圖

(4)螺旋模式

肺臟是螺旋型的(佔 1/38)，空氣由肺的外面逐漸

向中心進入：

S：像標靶一樣，是環狀...螺旋型的。

T：為什麼？

S：因為要讓空氣環繞整個肺。

T：怎樣環繞呢？

S：由外面向中心環繞。(S6306、繪圖晤談、2001/9/21)



圖 12、螺旋型的肺臟構造圖

(5)海綿模式

肺臟像海綿一樣(佔 1/38)，上面有很多洞洞，這

樣空氣才能自由進出：

S：泡泡的海綿。

T：你可以說清楚一點嗎？

S：上面有一個洞、一個洞的。

T：做什麼用呢？

S：空氣可以進去呀！

T：還有呢？

S：也可以出來。

T：還有呢？

S：肺變大變小時，比較方便。(S6208、繪圖晤談、2001/10/4)

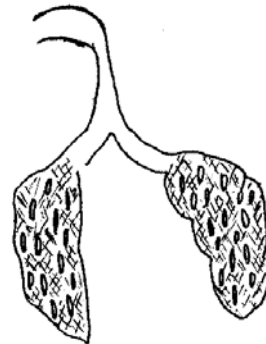


圖 13、海綿型的肺臟構造圖

2 母親體內的胎兒利用臍帶，腹部擴大與縮小來

呼吸；胎兒利用鼻子呼吸。

(1) 臍帶—肚子模式

學童認為在母親體內的胎兒，在呼吸時腹部會擴大與縮小(佔 4/38)，就好像胸部起伏一樣，因為我們人類平時呼吸時胸腔會擴大和縮小，而胎兒是利用肚子呼吸：

- T：怎樣呼吸？
 S：用臍帶呼吸。
 T：臍帶裡有什麼？
 S：有養分和空氣。
 T：胎兒怎樣使用這些空氣？
 S：胎兒會用肚子呼吸，……肚子會一點點鼓起來又消下去，很像我們呼吸時胸部會大起來又消下去一樣。(S6203、概念圖晤談、2001/9/20)

(2) 臍帶—鼻子模式

學童認為胎兒也是利用鼻子呼吸(佔 2/38)，因為胎兒在肚子裡就要練習使用鼻子，不然生出來後就不會用鼻子呼吸了。例如：

- T：為什麼？
 S：因為快要生出來了，他如果還不會呼吸，生出來怎麼辦。
 T：他怎麼呼吸？
 S：用鼻子呀！(S6210、概念圖晤談、2001/10/4)

(三) 魚類和蚯蚓

1. 魚類利用嘴巴呼吸；鰓—嘴巴交替呼吸；魚類在水中沒有呼吸困難的情形。

(1) 嘴巴模式

學童認為魚類本來就是使用嘴巴呼吸，而不是用鰓呼吸，所以魚類每隔一段時間就要浮出水面呼吸(佔 8/38)，我們有時候看不到魚類浮出水面，是因為魚類害怕人類的緣故：

- T：魚兒會將嘴巴浮出水面，嘴巴一張一合，牠不是在吃東西，牠是在做什麼？
 S：呼吸。
 T：用什麼呼吸？為什麼？
 S：嘴巴。魚本來就是會浮起來呼吸了。
 T：魚類不是一直在水中呼吸嗎？
 S：不會，魚在水中不會呼吸。(S6301、晤談綱要、2001/9/14)

(2) 鰓—嘴巴交替模式

學童認為魚類一般時候是使用鰓呼吸，但是到了

某一些不得已的時候，例如水中的空氣不足或其它因素，魚類就會改用嘴巴呼吸(佔 8/38)。例如：

- T：魚兒浮出水面做什麼？
 S：呼吸。
 T：用什麼呼吸？
 S：嘴巴。
 T：為什麼要浮出水面用嘴巴呼吸？
 S：因為水中的空氣不足。(S6105、晤談綱要、2001/5/24)

(3) 不用嘴巴模式

學童也認為魚類在水中沒有呼吸困難的情形(佔 3/38)，魚類浮出水面只是看看水面，看有沒有食物；浮出水面只是魚的習慣動作而已，因為魚類既然生活在水裡，就不可能有呼吸困難的現象。上述學童的另有概念舉一例如下：

- T：你覺得魚在做什麼？
 S：牠只是抬頭看一看而已，看有沒有吃的。
 T：魚在水中會有呼吸困難的問題嗎？
 S：不會的。
 T：為什麼？
 S：因為...，魚在水中嘴巴本來就會一張一合的。
 T：會不會有魚在水中，因為水中的氧氣很少，所以很難呼吸的情形？
 S：不會，水中的氧氣很少，魚也需要很少。(S6211、晤談綱要、2001/10/11)

2. 蚯蚓不會利用皮膚幫助呼吸。

學童認為蚯蚓是利用鼻子、嘴巴、或屁股幫助呼吸，而非使用皮膚幫助呼吸，只有 6%的學童認為蚯蚓能夠利用皮膚呼吸：

(1) 鼻子模式

學童認為蚯蚓利用鼻子呼吸空氣(佔 6/38)，這表示有一部份學童還是會以為，動物是靠鼻子才能呼吸，這與有些學童認為，蜘蛛沒有鼻子所以不會呼吸的結論是一樣的。學童認為蚯蚓在土裡利用鼻子呼吸空氣；蚯蚓爬出泥土外面利用鼻子呼吸。例如：

- T：蚯蚓呢？
 S：蚯蚓應該也有鼻子，所以用鼻子呼吸。
 T：在土裡嗎？
 S：如果土裡有空氣就在土裡。(S6109、晤談綱要、2001/5/31)

(2) 嘴巴模式

學童認為蚯蚓會利用嘴巴呼吸(佔 6/38)，蚯蚓在吃泥土的時候，會用嘴巴呼吸空氣，因為泥土裡有空

氣，所以一邊吃泥土一邊呼吸；或是利用喝水時，用嘴巴呼吸，因為蚯蚓是住在潮濕的泥土裡。例如：

- T：蚯蚓用什麼呼吸？
 S：蚯蚓會一直吃泥土前進，泥土裡有空氣。
 T：為什麼？
 S：蚯蚓沒有鼻子，只有嘴巴而已。
 T：蚯蚓怎麼吃泥土？
 S：蚯蚓要一直吃泥土才能前進，所以就有呼吸空氣。(S6208、晤談綱要、2001/10/4)

(3) 屁股模式

蚯蚓會利用屁股呼吸(佔 1/38)，因為蚯蚓的屁股有呼吸用的孔：

- T：蚯蚓使用什麼呼吸？
 S：屁股。
 T：為什麼？
 S：屁股會呼吸。
 T：屁股有什麼構造嗎？
 S：有呼吸的孔。(S6307、晤談綱要、2001/9/28)

結論與建議

一、結論

本研究發現學童對於呼吸作用的定義、氣體交換、呼吸運動、與光合作用的關係、呼吸的器官(部

位)等呼吸作用的主題均具另有概念，這些另有概念研究者整理如下表：

表 4、國小六年級學童呼吸作用之另有概念

主題	次主題	學童的另有概念
1.呼吸作用的定義	1.必要性、持續性	1-1-1.不是所有的動植物都一定要呼吸，或是一定要持續呼吸。
		1-1-2.空氣不是動植物生存的基本條件；相對於其它生存條件，空氣不是最重要的條件。
		1-1-3.生物體所吸收的氧氣，只供給體內某一部份使用，非供給全身使用、或是體內不會使用到氧氣。
2.氣體的交換	2.呼吸氣體	1-2-1.人類正常呼吸時所呼出的二氧化碳，與所吸入的氧氣無關。
		1-2-2.綠色植物在白天有陽光時，只吸收二氧化碳排出氧氣。
		2-1-1.綠色植物只有葉子會進行氣體交換。
		2-1-2.綠色植物在白天利用莖將二氧化碳轉變成氧氣；綠色植物在晚上利用莖將氧氣轉變成二氧化碳。
2.氣體的交換	2.人體	2-1-3.綠色植物利用莖將二氧化碳過濾住。
		2-1-4.綠色植物的根進行氣體交換的方式與葉子不同。
		2-2-1.人類呼吸時吸入的空氣都集中在肺，不會到其它器官；肺臟會將吸入的氧氣都轉變成二氧化碳；肺臟有許多的氣管連接到身體的各器官；人類的皮膚可以排出二氧化碳；氧氣在人體內被使用完後，以放屁的方式排出。
		2-2-2.氧氣對人類的功用是趕走體內的二氧化碳。

3.呼吸運動	1.原理	3-1-1.人類利用口鼻吸入空氣到肺部，所以胸腔變大。 3-1-2.人類將空氣吸入肺的力量來自於口鼻、肺本身或自己的意志力。
4.與光合作用的關係	1.條件 2.與植物的關係	4-1-1.綠色植物在白天有陽光時，只吸收二氧化碳排出氧氣；在晚上無光照時，吸收氧氣排出二氧化碳 4-2-1.綠色植物進行光合作用產生氧氣，是爲了幫助人類過濾二氧化碳，並提供氧氣。 4-2-2.人類呼吸的氧氣大都直接來自於陸地上的樹木。
5.呼吸的器官（部位）	1.植物 2.人類 3.魚類 4.蚯蚓	5-1-1.綠色植物利用葉子上的葉脈、葉子上的纖毛和葉子的邊緣(葉緣)來進行氣體交換。 5-1-2.綠豆在晚上無光時，葉子會翻面呼吸。 5-1-3.沒有葉子的植物例如仙人掌，利用“針”來呼吸；掉了葉子的樹木，利用枝幹的最末端呼吸空氣。 5-2-1.人體的呼吸器官肺臟，是中空的皮球型和汽球型、是網子的濾網型、是長長的管子型、像標靶的螺旋型或是有泡泡的海綿型。 5-2-2.母親體內的胎兒利用臍帶，腹部擴大與縮小來呼吸；胎兒利用鼻子呼吸。 5-3-1.魚類利用嘴巴呼吸；鰓—嘴巴交替呼吸；魚類在水中沒有呼吸困難的情形。 5-4-1.蚯蚓不會利用皮膚幫助呼吸。

二、與呼吸作用概念相關文獻之比較

(一)與國內外相關文獻相似的發現

1.呼吸作用的定義

(1)對呼吸必要性的想法：學童認爲不是所有的動植物都一定要呼吸，或是一定要持續呼吸。他們認爲動物或是植物因爲構造或環境的緣故，並不需要呼吸；此一結果與 Seymour 和 Longden (1911)發現學童認爲有些生物只是偶而進行呼吸作用類似。學童認爲有些植物在特別的狀況下是不呼吸的：例如掉了葉子的樹木、白天有陽光照射下的綠色植物；此與 Seymour 和 Longden (1911)、Treagust 和 Haslam (1986)發現學童認爲植物不會呼吸相似。學童認爲綠色植物的呼吸並無持續性，因爲陽光可提供植物熱能的期間可免呼吸：例如植物在白天有陽光時就可以不呼吸；

此一結果與 Treagust (1995)發現學童認爲綠色植物只在沒有光能時才呼吸相似。

另外，學童認爲空氣不是動植物生存的基本條件；相對於其它生存條件，空氣並不是最重要的條件。學童不認爲空氣是綠色植物必要的條件，因爲有沒有空氣並不是很重要；此一結果與 Wandersee(1985)發現學童認爲植物不需要空氣類似。學童認爲呼吸相較於其它的生存條件：例如水、食物、陽光和泥土等，是不重要的條件，其它的條件都比空氣重要；此一結果與陳金香(2000)發現學童認爲植物生長需要依序爲肥料、水、陽光、二氧化碳、土壤相似。

學童認爲生物體所吸收的氧氣，只供給體內某一部份使用(如心臟、胃、腸等)，非供給全身使用。他們認爲有些器官因爲某一些原因所以需要呼吸氧氣，有些器官沒有什麼特別原因，就不需要氧氣；這

與 Seymour 和 Longden (1911) 發現學童認為呼吸作用只發生在消化系統上很相似。

(2) 對人類呼吸氣體的想法：學童認為人類正常呼吸時所呼出的空氣大部分是二氧化碳，是呼吸時吸入的。學童不認為二氧化碳是人類的呼吸作用後的廢氣，因為我們人類在呼吸時，會吸入氧氣和二氧化碳，氧氣被身體用掉了，只剩下二氧化碳排出來，因此呼出來的氣體都是二氧化碳；這與邱照麟(2000)的研究結果發現學童認為呼吸時，呼出的氣體都是二氧化碳，沒有氧氣有一些類似。

(3) 對植物呼吸氣體的想法：學童認為綠色植物在白天有陽光時，只吸收二氧化碳排出氧氣；在晚上無光照時，吸收氧氣排出二氧化碳。因為陽光能夠提供熱能，所以學童認為綠色植物白天是不呼吸，學童認為綠色植物在晚上沒有陽光提供，所以吸氧氣、排出二氧化碳；這與 Seymour 和 Longden (1911) 的研究發現學童認為植物的呼吸作用只在晚上進行類似；這也與 Treagust (1995) 的研究發現學童認為綠色植物沒有光能進行光合作用時，氧氣會在呼吸作用中被使用類似。學童認為綠色植物在白天只吸二氧化碳，不會吸氧氣，因為不需要；晚上沒有陽光所以需要氧氣，不需要二氧化碳；此一結果與鄭湧涇(2001)的研究發現學童認為植物白天需要吸收二氧化碳，晚上則不需要相似。

另外也有學童認為綠色植物不論白天或晚上，都是吸收二氧化碳，排出氧氣；或者認為綠色植物不會排出二氧化碳，也不需要氧氣。學童認為綠色植物不管何時都是吸二氧化碳，呼出氧氣，因為綠色植物與人類不一樣，綠色植物不會吸收氧氣；這與 Treagust (1995) 發現學童認為當沒有光能時，二氧化碳會在呼吸作用中被使用類似，也與鄭湧涇(2001)發現的植物白天不會吸收氧氣類似。學童認為綠色植物在晚上還是會呼出氧氣，只是量比較少，這樣才可以提供人類氧氣，也可以讓大自然的空氣達到平衡；這與 Treagust (1995) 發現學童認為當綠色植物因為沒有光能，停止進行光合作用時，它們還是會持續散發氧氣類似；這也與 Seymour 和 Longden (1911) 發現學童認為

為植物進行呼吸作用時，用掉二氧化碳，製造出氧氣類似。

2. 氣體的交換

(1) 對植物氣體交換的想法：學童認為綠色植物在白天吸收二氧化碳，釋放出氧氣，是因為空氣中的二氧化碳被綠色植物儲存起來，氧氣被排放出來。學童認為綠色植物並不會製造氧氣，也不會用掉二氧化碳，綠色植物會將二氧化碳先儲存在莖裡面，將氧氣排出；這與 Cañal (1999) 研究發現學童認為植物進行呼吸作用時，是從空氣中吸收二氧化碳而放出氧氣的結果有一些類似。

(2) 對人類氣體交換的想法：學童認為人類呼吸時吸入的空氣都集中在肺，不會到其它器官；另外有些學童認為肺臟會將吸入的氧氣都轉變成二氧化碳；也有些學童認為肺臟有許多的氣管連接到身體的各器官。學童認為整個呼吸的行為主要都是發生在肺臟，與其他的器官無關，這與 Seymour 和 Longden (1911) 的發現呼吸作用只發生在肺臟是一樣的。

有些學童認為人類的皮膚可以排出二氧化碳。他們認為皮膚會排出汗水，汗水蒸發中就有二氧化碳被排出；這與 Seymour 和 Longden (1911) 發現學童認為呼吸作用就像流汗一樣，發生在皮膚上類似。

3. 呼吸運動

對呼吸運動的原理之想法：學童認為人類利用口鼻吸入空氣到肺部，所以胸腔變大，他們認為在順序上是肺先吸空氣，胸腔再擴大，也就是胸腔是被動的擴大；這與盧莉閔(1998)發現學童因為錯誤的胸腔、肋骨、橫隔膜、肺所發生的變化造成迷思概念類似。另外，學童認為人類將空氣吸入肺的力量來自於口鼻、肺本身或自己的意志力。他們認為肺臟本身是有力量的，是一種主動的力量；這與 Seymour 和 Longden (1911) 發現學童認為肺臟的充氣和排氣是主動的，不需要其它的構造協助類似。

4. 與光合作用的關係

對人類呼吸與植物的關係之想法：學童認為綠色植物進行光合作用產生氧氣，是為了幫助人類過濾二氧化碳，並提供氧氣，學童不認為光合作用是綠色植

物「利己」的行為，而是一種「利他」的行為；這與張賴妙理、鄭湧涇(2000)發現學童認為光合作用的主要目的是製造氧氣，供動物呼吸；光合作用的主要目的是更新空氣是一樣的。另外，學童認為人類呼吸的氧氣大都直接來自於陸地上的樹木。他們認為氧氣都是樹木製造的，人類所需的氧氣全部仰賴樹木；這與Treagust 和 Haslam (1986)發現學童認為氧氣是植物製造的類似。

(二)本研究未找到與相關文獻相似的發現

1.呼吸作用的定義

對呼吸氣體的想法：學童認為空氣中所有的二氧化碳，都是被污染的髒空氣，與動植物和人類無關。他們認為世界上如果沒有污染就沒有二氧化碳，如果動物不吸入二氧化碳，就不會呼出二氧化碳。另外，有些學童認為二氧化碳是我們吃東西消化後，所產生的廢氣。他們認為吃東西後會有廢物和廢氣，廢氣就是二氧化碳。

2.氣體的交換

對人類氣體交換的想法：學童認為氧氣在人體內被使用完後，以放屁的方式排出。換句話說，他們認為氧氣被人類使用後，會形成廢氣以放屁的方式排出。另外，有些學童認為氧氣對人類的功用是趕走體內的二氧化碳。他們認為我們人類呼吸氧氣最主要的功能，是要趕走二氧化碳，因為體內有二氧化碳是有害的，需要靠氧氣來趕出二氧化碳。

3.呼吸的器官（部位）

(1)對植物的呼吸器官（部位）之想法：學童認為綠色植物利用葉子上的葉脈、葉子上的纖毛和葉子的邊緣(葉緣)來進行氣體交換。他們認為綠色植物的葉脈和葉緣有傳送空氣的通道，所以綠色植物可以利用這些部位進行氣體交換；另外，也有學童認為葉子上一定有纖毛，纖毛上有可以用來呼吸的氣孔。

有些學童認為綠豆在晚上無光時，葉子會翻面呼吸。他們認為綠豆的葉子會在晚上翻面呼吸，因為綠色植物白天晚上呼吸的空氣不一樣，呼吸的部位也不一樣，晚上綠色植物利用葉子的背面呼吸，所以會翻

面呼吸。

有些學童認為沒有葉子的植物例如仙人掌，利用「針」來呼吸；掉了葉子的樹木，利用枝幹的最末端呼吸空氣。他們認為仙人掌沒有葉子，就會利用由葉子演變而來的針來呼吸，而且呼吸的孔就像注射針的孔一樣；學童認為如果樹木掉了葉子，就會在葉柄的最底部、枝幹的最尖部呼吸。

(2)對人類的呼吸器官（部位）之想法：學童認為人體的呼吸器官肺臟，是中空的、過濾網、長長的管子或螺旋型的，他們認為人類的肺臟因為要裝空氣、要過濾空氣、或是分開氧氣和二氧化碳，所以有特別的構造。

另外，有些學童認為母親體內的胎兒利用臍帶，腹部擴大與縮小來呼吸；或是胎兒利用鼻子呼吸，他們覺得胎兒只有臍帶與母親相通，因此認為臍帶提供胎兒空氣呼吸，腹部會有起伏與縮小的動作；學童也認為胎兒會用鼻子呼吸，因為胎兒要學習使用鼻子呼吸，否則胎兒出生後不會使用鼻子呼吸。

(3)對魚類、蚯蚓的呼吸器官（部位）之想法：學童認為魚類利用嘴巴呼吸、蚯蚓利用口、鼻呼吸。他們認為魚類雖然是利用鰓呼吸，但是有需要時，還是要用嘴巴呼吸；另外，有些學童認為蚯蚓利用嘴巴吃泥土時，一起吃進空氣達到呼吸的目的、學童也認為動物都是利用鼻子呼吸，蚯蚓也不例外，只是我們沒有看見而已。

三、建議

基於上述研究結果，本研究有下列數點建議：

(一)對概念研究的建議

1.開放性的問與答

做研究時不要限制學童作答的範圍，學童年紀尚小，很容易照著老師或研究者的問題來直接回答而已，回答的答案通常只侷限在這個問題上，無法發覺更多的想法，如果能給予更大的範圍和更小的限制，所回答出來的答案會更接近學童的想法。

2.盡量以實物、實例與實際操作來晤談學生

3. 力求晤談的穩定性

晤談雖然相當廣泛的被運用在評量上，在研究上是非常重要的工具，但是也有研究質疑晤談的穩定度，因為認知並不能被視為是個人的一項穩定特質(張惠博, 2002)。因此本研究在晤談過程，也發現到學童在回答有呈現不穩定的情況，依據研究者的做法是再設計不同型態的題目、或是以不同的晤談方式再次核對學童的想法，如果學童所回答的結果還是呈現不穩定的狀況，則寧可捨棄其想法不用，依照本研究的經驗，學童對於某一概念的想法，通常會有十分堅定的意念，不會輕易改變其想法。

(二)、對教學上的建議

教學前要先了解學童的想法：

1. 教師不一定要以紙筆測驗的方式，來測驗學童

的想法，但是可以在教學之前，以實物、圖卡、錄影帶(VCD)或是一個實際問題，讓學童來發表想法，如此不但可以了解學童的想法，也可以引起學童學習的意願。

2. 將有關國小學童對呼吸作用的另有概念，列入國小九年一貫課程「自然與生活科技」領域的教學指引或相關教學網路中，讓老師能在教學之前，先了解學生可能有的先前概念或另有概念，並納入概念改變的教學以提高教學成效。

(三)對後續研究的建議

本研究只是對國小六年級學童呼吸作用另有概念之初探，更進一步的後續研究方向有：國中與高中學生呼吸作用另有概念之研究；探討並提升二階測驗的信、效度，以作為大規模研究之工具；另有概念形成之成因；以及概念改變的教學策略。

參考文獻

- 王文科 (1999): 教育研究法。台北市: 五南圖書出版公司。
- 王國華 (1995): 自然科概念改變教學策略之探討。論文發表於台灣中區國民中學數理學科「概念改變教學策略」研習會。彰化: 國立彰化師範大學。
- 邱照麟 (2000): 國小學童空氣之研究。國立屏東師範學院國民教育研究所碩士論文。
- 邱瓊慧、張鈺玟和李建樹 (2000): 探索型學習環電腦補助學習軟體對國小學童概念改變的影響。臺南師院學報, **33**, 1-21。
- 陳金香 (2000): 利用小組討論探究國小學童「植物養分」概念之建構。中華民國第十六屆科學教育學術研討會論文彙編。625-632。
- 黃台珠 (1984): 概念研究及其意義。科學教育月刊, **66**, 44-56。
- 郭重吉 (1990): 學生科學知識認知結構的評估與描述。彰化師範大學學報, **1**, 217-319。
- 郭重吉 (1992): 從建構主義的觀點探討中小學數理教學的改進。科學發展月刊, **20** (5), 548-568。
- 張惠博 (2002): 科學概念學習研究-物理科協調計劃。行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告。NSC90-2511-S-018-038。
- 張賴妙理、鄭湧涇(2000): 運用診斷測驗探究國一學生對於光合作用的另有概念。中華民國第十六屆科學教育學術研討會論文彙編, 403-409。
- 張靜馨 (1996): 傳統教學有何不妥? 建構與教學, **4**, 彰師大研究所。
- 鄭湧涇(2001): 國一學生生物概念學習之研究(I)。行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告。NSC88-2511-S-003-029。
- 盧莉閔 (1998): 國中生物科施行概念改變教學策略之研究。國立彰化師範大學教育研究所碩士論文。
- Cañal, P. (1999). Photosynthesis and 'inverse respiration' in plants: An inevitable misconception? *International Journal of Science Education*, *21*(4), 363-371.
- Catherall, R. W. (1981). *Children's beliefs about the human circulatory system: an aid for teachers regarding the role intuitive beliefs play in the development of formal concepts in 7-14 years olds*. Report No. 82-16 Educational Research Institute of British Columbia, Vancouver, B.C.
- Duncan, I. M., Johnstone, A. H. (1973). The mole concept. *Education in Chemistry*, *10*, 213-214.
- Edmondson, K. M. (1999). Assessing science understanding through concept maps. In J. J. Mintzes, J. H. Wandersee, & J. D. Novak(Eds.), *Assessing science understanding*. (15-40). San Diego, California: Academic Press.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1989). *Learning how to learn*. Cornell University.
- Novak, J. D., Mintzes, J. J., & Wandersee, J. H. (2000). Learning, Teaching, and Assessment : A Human Constructivist Perspective. In J. J. Mintzes, J. D. Novak & J. H. Wandersee (Eds.), *Assessing Science Understanding A Human Constructivist*. San Diego, California: Academic Press.
- Seymour, J., & Longden, B. (1991). Respiration : that's breathing isn't it? *Journal of Biological Education*, *25*, 177-183.
- Soyibo, K. (1983). Selected science misconceptions amongst some Nigerian school certificate students. *Misconceptions in Science and Mathematics*. Proceedings of the International Seminar. pp. 443-445.
- Stewart, J. (1982). Two aspects of meaningful problem solving in science. *Science Education*, *66* (5), 731-749.
- Treagust, D. F. (1986). Evaluating students' misconceptions by means of diagnostic multiple choice items. *Research in Science Education*, *16*,

199-207.

Tregust, D. F. (1995). *Diagnostic Assessment of Students' Science Knowledge*. Mahwah: New Jersey.

Tregust, D. F., Haslam, F. (1986). *Evaluating secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier diagnostic instrument*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching (59th, San Francisco, CA). March, 1986. ERIC Document Reproduction Service No. ED283713.

Wandersee, J. H. (1985). Can the history of science help science educators anticipate students' misconceptions? *Journal of research in science teaching*, 23, 581-597.

White R. T., & Gunstone R. F. (1992). *Probing Understanding*. Philadelphia: The Falmer Press.

致謝

本研究承蒙行政院國家科學委員會專題研究計劃補助經費(計畫編號 NSC 89-2511-S-153-020、NSC 90-2511-S-153-021)，生物概念研究總計劃主持人黃台珠教授、林陳涌教授，與生物小組研究群－熊召弟教授、盧秀琴教授、游淑媚教授、顏瓊芬教授、廖麗貞教授、林曉雯教授、王靜如教授，所有先進大力協助，特此致謝！

A Qualitative Study of Elementary School 6th Grade Students' Alternative Conceptions of Respiration

*Huey-Lien Kao **Ming-Chou Su ***Mao-Tsong Sheu

*Department of Natural Science Education, National Pingtung Teachers College, Associate Professor

**Department of Environmental Engineering Sanitation, Tajen Institute of Technology, Associate Professor

***Kaohsiung Municipal Shy-Wei Elementary School, Teacher

Abstract

The purpose of this research project in the field of elementary school science teaching was to explore 6th grade students' alternative conceptions of respiration. Data collection in this study was based on the open paper-and-pencil tests of 215 6th grade students from two elementary schools in Kaohsiung City; 70 students with a tendency toward alternative conceptions of respiration were selected. The study further conducted concept mapping, drawings of the human body's respiratory system, and drawings showing the respiratory process in green plants. Finally, 38 of these students were selected for individual interviews. The results of the study showed that students had many alternative conceptions regarding the following issues: the definition of respiration, gas exchange, respiratory exercises, relationship to photosynthesis, and the organs/sites of respiration.

Keywords: concept map, alternative conceptions, respiration.

