科學教育學刊
2002, 第十卷第四期, 373-387

Chinese Journal of Science Education
2002, 10(4), 373-387

國一學生對血糖恆定性的先前概念

林陳涌　徐毓慧
國立台灣師範大學 生物學系

（投稿日期：民國 91 年 3 月 1 日，接受日期：91 年 6 月 26 日）

摘要：本研究主要以語詞聯想及四格連環漫畫情境探討國一學生對於血糖恆定的先前概念，工具的設計分為兩個部分，首先是以語詞聯想與解釋探討學生對六個相關名詞的了解，即「恆定性」、「血糖」、「內分泌腺」、「荷爾蒙」、「激素」與「糖尿病」。第二部分以四格漫畫探討學生對血糖恆定整體概念。在第一部份的語詞聯想與解釋當中，顯示大部分學生尚未發展出動態平衡的恆定性概念，多呈現靜態平衡相關概念為主。此外，學生對於經驗性或外顯性的名詞（如：糖尿病）有較多的聯想或理解，但對於內在機制名詞（如：恆定性）及關係則較缺乏認識。在第二部分血糖恆定整體概念圖形中，發現學生對血糖恆定性的先前概念主要有四種，具有恆定概念、活動力相關類型、半恆定性型與單一來源型。最後本文提出多項建議提供生物教師於恆定性單元教學前參考。

關鍵詞：先前概念、概念分析、血糖恆定。

前　言

近二、三十年來，科學教育學者逐漸認為學童尚未接受正式教育之前，心靈不是一無所有的白板，學童會主動去解釋自然界的現象，因此在學習學校科學之前已經形成個人獨特的知識系統（Driver & Erickson, 1983）。這種學習前的概念因研究者的理念不同，所使用的「概念」一詞所含的特質、定義亦有所不同，因此出現相當多不同的名詞來代表先前概念，例如：質樸理論 (naïve theories) (Resnick, 1983)，迷思概念 (misconception) (Arnaudin, 1983)，另有架構 (alternative frameworks) (Driver, 1981)，學生架構 (student frameworks) (Erickson, 1983) 等。本文採用 Ausubel, Novak 和 Hanesian (1978) 所使用的先前概念（preconception），是採取其較為中性，不帶有貶低的意義。科學教育學者更指出學生所擁有的先前概念對學習科學知識有深遠的影響，是幫助學生進行有意義的學習之起點（Ausubel, 1968），因此有關學童先前概念的研究在近 20 年來成為風潮，演變成科學教育重要的研究領域。

恆定系統（homeostatic system）是生物教師心目中重要且學生學習較困難的教學內容 (Finley, Stewart & Yarroch, 1982)。在生物科領域中，有關學生概念的研究雖然相當多，但有關人體恆定性的研究卻不多，只有少數如

Westbrook 與 Marek (1992), Simpson 與 Marek (1988) 和 Barrass (1984) 等的研究。本篇研究主要的目的是探討國中學生就「血糖恆定」所持有的先前概念，提供教師作為準備此單元教學時的指引及參考資料。

文獻回顧

學童經常以「自己的想法」解釋他們日常生活及自然界所遭遇的經驗（Champagne, Gunstone & Klopfer, 1983）。在許多探究學生對各個學科中的重要概念（如物理的牛頓力學、重力、浮力；生物的分類、演化等）時，發現學生的先前概念普遍存在於許多領域，而且經常與學校所學習的科學概念大不相同。由研究中更發現，學校教學能對此先前概念達成的改變十分有限，大部分的先前概念在學習後還都十分根深蒂固地保留在學生腦中。有時學生經由學校教學後，仍維持其先前概念，不做任何改變；有時學生經教學後帶有分離的概念，在教室中，雖能使用正統科學概念來解題，但是在日常生活卻仍然沿用其先前概念來解釋其遭遇的經驗（Appleton, 1993; Henriques, 1997）。

現代的建構主義或認知心理學認為，學生是主動的學習者，學生所擁有的先前概念是學習新知識的基礎。學習者根據自己的想法，透過經驗與周遭環境進行交互作用，以建構自己對世界的認識。在學習過程學生如何選擇訊息，如何內化知識均有賴其所擁有的先前概念。因此若要使學生能確實獲得科學知識，教師不能不了解學生所具有的先前概念。然而，正如前述，教學能對學生先前概念造成的改變可能十分有限，也就是在不了解學生的先前概念的狀況下所設計的課程、所進行的教學只是在灌輸知識，只是讓學生無意義背誦知識，而不是讓學生有意義的建構知識。有鑑於此，近年來許多學者紛紛投入此領域，研究學生在科學學習前的概念架構，而這方面研究目前仍持續發展中。由文獻中，可發現這方面的研究論文數目每年都在增加，Pfundt 和 Duit（1991, 1994）統計出這方面的研究論文，在 1985 年有 700 篇，而至 1994 年已增至 3500 篇，由此可知學習前概念架構的重要性，與學者對其重視程度。

恆定性在生理學上的意義是指由恆定控制系統管制導致一個相對穩定的內在生理環境情況（Vander, Sherman & Luciano., 2001），也就是由恆定機制的作用來導致恆定現象。Barrass（1984）調查一般教科書及教師常有的迷思概念，建議教師必須區別恒定現象(持續的變化的穩定狀態)和恒定機制（所有能維持穩定狀態的機制）間的不同，否則學生會感到混淆。同時，Barrass 也發現學生會把恆溫（homeothermy）與恆定性（homeostasis）看成同義字，他認為一般恆定性教學時，可能只使用了跟生活最有關的體溫恆定作為教學的例子。而事實上在一個生物體中的生理現象，有非常多的恆定現象，所以在教學時可以強調生物體內所有活動皆有促進恆定的功用，甚至可以衍伸到生物體外的族群或生態。

Westbrook 與 Marek (1992) 曾發展「概念評估陳述」（concept evaluation statements, CESs）作為評量學生恆定性概念的標準，並且將學生對恆定性的了解分成五個階層。結果顯示在七年級時只有 3%的學生對恒定概念有部分了解，十年級時 12％學生有部分的了解，到了大學只增加到 30%學生有全部或部分了解，研究結果指出恆定性概念的理解雖然隨著年齡增長而有所增加，但其增加是有限的。雖然較大的學生對 CESs 的反應較多，但這些反應常常是錯誤的，所以隨著對 CESs 反應的增多而錯誤也多。他們同時也列出幾項與運動有關的恒定性迷思概念，如下：隨著心跳加快而增加；隨血流量和血流速率增加；能量被認為

與需氧的代謝作用沒有關係；血液需要更多氧的消耗；身體或肺對空氣或氧增加需求的作用；與心跳速率及吸呼等外在因素有關等，如喝了水後，心跳、呼吸會使心跳改變。學生要理解恆定有賴於理解不同系統間的相互關係，而在學生理解生物學知識中，文獻上指出概念的關係通常是比較重要而且是較難懂的(Barak, Sheva. & Gorodetsky, 1999; Waheed & Lucas, 1992)。Westbrook 與 Marek(1992) 最後的建議指出，可用具體教學來增加學生的學習成就，以及減少迷思概念的發生機會。

Simpson 與 Marek(1988) 以「擴散及恒定的迷思概念」為主題，測驗小型及大型高中學生何者所具有的迷思概念較多：結果是小型高中學生具較多的迷思概念而且較少的理解，他們認為其原因可能為大型高中具較多的操作機會有關，因為此二種概念都需要較多的操作才易了解。此外，學生要能確認所有的體內改變，而將所有改變看成會維持在一定程度的內在恒定；就是學生要能了解改變在體內的功能，並且能理解一個變項會回歸到平衡範圍。但是從特定想法要能產生一個普遍性的說法，需要有科學歸納的推理能力。即使是欲部分了解恒定的概念，仍然需要心智的運作。例如：經由呼吸作用產生能量，理解蒸發冷卻，以及氧和二氧化碳在微血管的交換是生理過程，這些作用的理解都需要心智模式的建立以及基於假設的推理。這種複雜關係的推理也是恆定性被認為是較難的生物學單元的原因之一。

研究方法

一、研究工具

有關學生科學知識認知結構的評估與描述方法，許多學者，如 West 與 Pines (1985) 和 Treagust (1988) 都曾介紹過，而國內文獻中，有學者將之詳細的整理（郭重吉, 1990)。這些方法主要是紙筆測驗、臨床晤談、示範式群測及示範、觀察呈現等。本研究以語詞聯想及四格連環漫畫情境為工具對國一學生進行「血糖恆定概念」的探討，工具的設計分為兩個部分（如附錄一），說明如下：

(一)語詞聯想與定義（word association and definition）

這個部分的主要目的是針對受試者對單一語詞的反應，藉由學生對於單一語詞的自由聯想與定義，來分析學生對該語詞的概念。根據 Esper（引自 Cachapuz, 1987）認為在科學專有名詞當中，至少會有些值得注意的反應在語詞聯想測驗出現。Sutton（1992）認為學習者在認識一個字語的理論意義前，這個詞語必定會觸發他在其他領域的想法及用語。所以讓學生在學習前後寫出能聯想到的語詞，藉由探討語詞間相互的關聯，可獲得學習者對該語詞足夠的意義。張筱莉與林陳涌（2001）曾運用這個方法研究學童對不特定單元科學語詞的反應，探討學童對這些語詞的一般理解。

而本研究是針對特定血糖恆定單元，所以在這個部分的工具設計是先找出血糖恆定的主要概念，讓學生就字面上的瞭解以及經驗，寫下所有有關聯的語詞並加以解釋。血糖恆定這個概念的理解應該包含下列幾個主要部分：養分與能量之間的關係、內分泌系統的構造及運作原理、恆定性對生物內部環境的重要性（如圖 1)。因此，在整個「血糖恆定」的大概念之下，我們提出了六個主要概念藉由學生的字詞聯想與解釋去分析學生的學前概念。這六個概念是「恆定性」、「血糖」、「內分泌腺」、「激素」、「荷爾蒙」、「糖尿病」。其中，「恆定性」是本研究中的最上位的抽象概念；「內分泌腺」、「激素」或「荷爾蒙」是調節「血糖」恆定的機制物質，也是維持恆定性的內在機制；而「糖尿病」是血糖失去恆定性所產生的現象是聯繫血糖與內分泌系統的關係，也是一個學

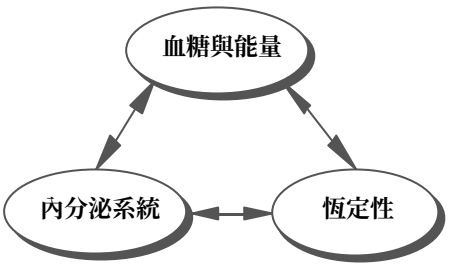

圖 1：血糖恆定設計架構

生最可能經驗到的生活用語。激素與荷爾蒙是同義詞，但在現行小學教材中使用荷爾蒙一詞，而在國中教材使用激素，所以兩者均選為本研究的語詞。

(二)四格連環漫畫情境

這個部分主要是針對學童恆定性的整體概念，利用學童所熟悉的小叮噹漫畫，以四格連環漫畫情境表示小叮噹生活中常見的四種情節：剛起床、吃東西（銅鑼燒）、運動與受到驚嚇（看到老鼠）。並提供正常時的血糖濃度的標準線，讓學生在圖上畫下四個狀況中血糖濃度的變化情形，寫下作圖的文字說明。

二、研究對象

本研究在台北市及台北縣各選了一所國中，每所國中各選一個國一的班級施測，總人數為 65 人。問卷的施測時間在上學期第一次段考之後，也就是在學童尚未學習血糖恆定單元前，時間在 2000 年 11 月初，由研究者伴同各班生物教師在生物課進行測驗。

三、資料分析

學生的反應經由作者共同整理、討論與分析。在第一部份，依次先將每個語詞自由聯想的名詞分類與計算數目，再把語詞定義部分分類，然後討論學生對該語詞的想法。語詞自由聯想與定義的分類經由持續比對法，由作者一起討論。在第二部分，先依圖形的外型分類，然後參考字面做答以確定類型的意義。

研究結果

在分析學童在語詞聯想及定義與血糖恆定的整體概念的反應後，本節依這兩大部分順序描述國一學生對血糖恆定性概念的學前知識狀態。由於學生的聯想與定義相當歧異，分類類型僅列出較為一致或數量大者，據以推論學生對該語詞的觀念。

一、語詞聯想與定義

(一)恆定性

在自由聯想部分的資料，顯示學生對恆定性所聯想出的名詞總計有 116 次，其中以呈現「靜態平衡」概念的相關語詞較多，如平衡（27 次），穩定、定力與固定（13 次），永恆、不變與持久（6 次）；只有少數名詞可能具有「動態的平衡」概念，如平衡木、天平、翹翹板（9 次）。學生對恆定性一詞的名詞定義方面，提到關於「生理的平衡」的人約有 7.7%（5 人/65 人），如體溫的維持；而以「字面意義」直接解釋恆定性的學生比例約有 46.2%（30 人/65 人），如永久、平衡、穩定、固定、不變；但也有大約 8.5%（5 人/65 人）的學生認為恆定性是一種「心理狀態」。

生物學上恆定性的觀點是一種動態平衡的觀點，學生所聯想出來的語詞若以平衡、永恆、穩定、固定等，是一種「靜態平衡」的觀念。而學生的聯想詞如果是平衡木、天平、翹翹板等具有動態的動作及平衡的觀點，或如果能提出任何關於人體生理的恆定現象作為解釋者，歸類為具有恆定性「動態平衡」觀點的人。因此由以上結果發現大都學生都持著靜態平衡的觀點。此外，我們發現國一學生對於「恆定性」這個概念還沒有深刻的認識，大部分只能用最直接的拆字辦法來解釋這個名詞的可能意義，

表 1：對「恆定性」的語詞聯想與定義敘述類型

語詞聯想（116）	語詞定義（65）
靜態平衡類（46）： 平衡（27）、穩定（5）、固定（4）、定力（4）、耐力（3）、平衡感（3）、永恆（2）、不變（2）、持久性（2）	字面意義類（30）： 可能是穩定性的意義 平恆固定&平恆固定性質 永久不變的習性 持久的某種東西 27 從開始到最後都一樣
動態平衡類（9）： 天平（4）、平衡木（3）、翹翹板	生理有關類（5）： 動物的體溫維持在某一特定的範圍 平恆生理 血糖永恆的定律 身體裡營養的平恆 應該是平恆人體的生長之類的東西 恆定性是一種能在體內幫助物質維持一定型體的性質
心理狀況類（8）： 恆心（4）、習性、毅力、定力、有耐性	心理狀況類（5）： 它可能是一種心理狀況 好像是一種耐心，一種心情 可能是有恆心，有定力的性力 平恆自己的感覺 保持平行、恆心

如永「恆」、固「定」。而且僅有少數學生在名詞解釋中提到有關生理平衡的敘述，顯示大部分國一學生對恆定性一詞傾向與日常生活用語連結，而少與生物學的生理作用連結。

(二)血糖

學生在血糖一詞的自由聯想的名詞總計有 167 次，其中出現「糖或甜」的語詞約有 54 次，如糖果、葡萄糖；出現關於「血」的語詞有 69 次，如血液、血球、血漿；將「糖」與「血」兩者合併的語詞出現 4 次；而聯想到「疾病和死亡」的次數有 23 次，其中「糖尿病」就佔有 12 次之多。對於血糖的名詞解釋，學生能夠正確的提到「葡萄糖」者約有 4.6%（3 人/65 人）；但大部分學生，約有 36.9%（24 人/65 人），只單純地就字面上將「血與糖」解釋在一起，如血液裡的糖、可能是血液中含糖的成份；其中也有些學生，約佔 12.3%（8 人/65 人），欲解釋「糖尿病形成」的原因，如過多會得糖尿病；但有也不少比例的學生只聯想到與「血液」有關的解釋，這類型學生約有 19.0%（16 人/65 人）。

學生常使用拆字辦法解釋血糖，大多僅能提到血液裡的「糖」，只有 3-6 個人提到葡萄糖，但沒有學生提到血糖（或葡萄糖）在人體內的功能或角色，如能量的供給，顯示學童只能說出名詞，而沒有進一步說出該名詞的生理功能。在生活經驗當中，血糖的角色與糖尿病關係密切，而學生聯想到糖尿病和死亡的比例約佔全部的 10%以上，這個數據可能與糖尿病是一個學生常聽到或見到的疾病有關。整個來看，血糖一詞可能因為糖尿病的普遍性而學生經常耳聞，然而卻由字意表面聯想而跟血液或血球有關，這是跟血糖無關的。而又因為糖尿

表 2：對「血糖」的語詞聯想與定義敘述類型

語詞聯想（167）	語詞定義（65）
拆字聯想類（127）： 與血有關（69）：血液、血球 與糖有關（54）：糖果、葡萄糖	字面意義類（24）： 血液裡的糖
疾病與死亡類（23）： 糖尿病（12）、生病、死亡、血糖病	血液有關類（16）： 血的一種 它可能是血裡的一種液體 血液裡面的雜物
	糖尿病有關類（8）： 血裡面有很多糖，如果糖多可能會得糖尿病 血糖過高會得糖尿病

表 3：對「內分泌腺」的語詞聯想與定義敘述類型

語詞聯想（128）	語詞定義（65）
拆字聯想類（44）： 與分泌有關（27）：分泌、口水、分泌東西、 與腺有關（17）：腺體、唾腺、泌尿腺。	產生激素或其他物質的器官類（34）： 人體激素製造的器官 體內分泌激素的器官
與性有關類（25）： 性激素、青春期、月經、夢遺	與排泄有關類（5）： 分泌尿液 流汗出來的地方
與排泄有關（13）： 尿（3）、肛門、泌尿器官	功能有關類（4）： 如果內分泌腺失調，皮膚會不好，會長痘痘 使身體發育成熟

病的關係，學童只具有血糖與死亡有關的觀念，而尚未產生血糖與糖尿病或死亡關係的觀念，更無法進一步了解其生理功能。

(三)內分泌腺

學生對於內分泌腺的自由聯想名詞總計有 128 次，主要可分為「性」和「分泌腺」兩大部份。其中與「性」相關的名詞有 25 次，如青春期、青春痘、月經、夢遺。而有關「分泌」的語詞約有 27 次，如口水；有關「腺」的語詞則有約 17 次，如唾腺。在名詞解釋的部分，學生傾向於嘗試將「分泌」與「腺」結合起來解釋，如「產生激素的器官」26.2%（17 人/65 人）、「分泌液體的器官」26.2%（17 人/65 人）。另外，提到「分泌、排放、排泄」的學生約有 20%（13 人/65 人），如尿、口水。少數學生提到了有關內分泌失調的敘述「如果內分泌腺失調，皮膚會不好，會長痘痘」6.5%（4 人/65 人）。

雖然國小課程有多種內分泌腺體的介紹，但由以上資料我們可以發現學生在內分泌的相關印象偏重在性腺，有關其他內分泌系統的概念則相當少，如甲狀腺、腎上腺、胰島等，這可能跟國一學童處於青春期有相當大的關係。此外，學生對於「分泌」一詞的認識，則傾向以外分泌腺的解釋，如唾腺、口水、胃液，著重在感官能獲得的經驗。相對於學生重視「內

表 4：對「激素」的語詞聯想與定義敘述類型

語詞聯想（116）	語詞定義（65）
與性有關類（34）： 卵巢（2）、睪丸（3）、男性激素、女性激素	字面意義類（17）： 刺激身體的物質 很激動所以叫激素
拆字聯想類（24）： 與激有關：刺激（14）、激動（2） 與素有關：酵素、質數、素食	與性有關類（6）： 青春期分泌出來的物質 人體內所分泌出來的東西，有男性激素也有女性激素 男女都有的東西，可以刺激生殖器官，使生殖器官成熟
與內分泌系統有關類（11）： 荷爾蒙（6）、內分泌腺、內分泌	與內分泌有關類（6）： 一種內分泌所分泌的物質 類似荷爾蒙的東西
與生長有關類（8）： 生長（4）、長高、生長激素	與生長有關類（5）： 激素應該是幫助生長的東西，激素可以讓你長高 刺激生長的東西
	與酵素有關類（5）： 一種酵素 會刺激人的一種酵素

表 5：對「荷爾蒙」的語詞聯想與定義敘述類型

語詞聯想（129）	語詞定義（65）
與性有關類（104）： 男生（19）、女生（20）、女性荷爾蒙（12）、男性荷爾蒙（10）、、人妖（8）青春期（2）、夢遺（2）、精液（2）、青春痘、卵巢、睪丸、生殖器官	與性有關類（34）： 使男女出現不同的第二性徵 我想是男生跟女生的特有東西，男生是男性荷爾蒙，女生是女性荷爾蒙 青春期所產生的東西 2 男女生體內的物質 15 會刺激男女不同的生長
拆字聯想類（5）： 荷蘭、薄荷、荷蘭人、蒙古人、偶爾	激素類（9）： 荷爾蒙亦即激素 一種激素
激素類（4）： 激素（4）	分泌物類（9）： 是人類體中的分泌物 分泌出的某種東西

分泌腺」中分泌部分的解釋，而對於「內分泌腺」的「內」字，幾乎沒有多做解釋的部分，可能學生只是認為這個極為普通的字沒有特別的意義，可見這應該是學生相當缺乏並且觀念較弱的概念。

(四)激素

對於「激素」的自由聯想名詞總計有 116 次，以與「性」有關的名詞最多計 34 次，如

表 6：對「糖尿病」的語詞聯想與定義敘述類型

語詞聯想（124）	語詞定義
拆字聯想類（92）：	歸因類（46）：
與糖有關（44）：糖果（16）、糖（14）	血糖過高（16）：
與尿有關（23）：尿（14）、廁所（3）	血糖過多所引起的病
與病有關（25）：疾病（7）、老人（4）、	吃太多糖（14）：
生病（3）、死（3）	甜的東西吃太多所得的一種病
	尿中糖分過多（12）：
	尿中含糖份過多所產生的疾病
	糖太少（4）：
	一種發病時要立刻吃糖果，必免血糖過低，一種疾病
歸因類（17）：	疾病類（7）：
血糖過高（3）、糖食用過量（4）	一種疾病，通常是老人比較容易得到這種疾病

女性激素、男性激素。另外與「生長」相關語詞出現 8 次。利用單一個字的字音「激、素、數」所衍生的語詞出現 24 次，如刺激身體的素、酵素、奇數、生氣、威而剛等。另外，單純與「內分泌系統」相關的概念則有 11 次，如因子、荷爾蒙等。分析學生在激素一詞的名詞定義的資料，與「促進生長」相關的解釋約有 7.6%（5 人/65 人），如激素應該是幫助生長的東西，激素可以讓你長高；與「性」相關的解釋則有 9.2%（6 人/65 人），如：就是讓男女有第二性徵的東西。除了與「性」相關的解釋之外，對「激素」本身出現許多的聯想。除了「生長」與「性」相關的解釋之外，還出現許多以「激素」一詞字衍生出的一些比較特別的解釋，如「刺激身體」約有 26.2%（17 人/65 人），如刺激身體的物質、很激動所以叫激素；認為激素是「酵素、分泌」的學生有 16.9%（11 人/65 人），如會刺激人的一種酵素、是人類體中的分泌物。此外，直接說明激素是「荷爾蒙」的學生約有 4.6%（3 人/65 人）。

學生對激素一詞也偏重在性徵方面，比較特別的是，激素的「激」讓學生有很多難以歸類的聯想，這顯示學生對激素一詞比較不熟悉。

(五)荷爾蒙

學生對於荷爾蒙的自由聯想名詞總計有 129 次，有關「性」的聯想概念者有 104 次，佔絕大部分；將「荷、爾、蒙」三個字拆開來解釋者，有 5 次，如荷蘭、薄荷、蒙古人、偶爾；直接說明荷爾蒙是「激素」者有 4 次；認為荷爾蒙是一種「藥物」的有 2 次，如威而鋼。在名詞定義方面，以「性」解釋荷爾蒙用途的學生有 52.3%（34 人/65 人）；直接說明「荷爾蒙亦即激素」的學生有 14.7%（9 人/65 人）；認為荷爾蒙就是「分泌物」的人有 14.1%（9 人/65 人）。

荷爾蒙與激素是相同的概念，兩者均讓學生聯想到性的知識，尤其是對荷爾蒙的印象，這與國小的課程的用詞應有相當的關係。雖然有少部分學生能將激素或荷爾蒙與內分泌相關聯，但都沒表現出與恆定性有關的聯想，顯示這兩詞被學生因注意放在性相關印象而窄化。這可能「荷爾蒙」一詞較難逐字衍申，因此學童只能把它視為一個單元解釋。

(六)糖尿病

在糖尿病自由聯想的資料中名詞總計有 124 次，學生對於糖尿病的想法可分為兩個方

面：一是對「糖、尿、病」三個字拆開來的解釋，如關於「甜的東西」出現44次，如糖果、可樂等，關於「尿」的聯想出現23次，如馬桶、膀胱、尿床等，關於「病」的聯想出現25次，如爺爺、生病、死、腳會爛掉等；另外一部分的資料顯示學生似乎想要說明「糖尿病形成的原因」，出現17次，如血糖過高、糖食用過量、尿裡糖份太多。而糖尿病名詞解釋的資料中，幾乎每個學生都想要解釋糖尿病形成的原因，如「血糖過高」約有24.6%（16人/65人）；認為是「吃太多糖」所造成的約有21.9%（14人/65人）；覺得是「尿中糖份太多」的一種病的學生約有18.5%（12人/65人）；只說明糖尿病是「一種疾病」的有11.1%（7人/65人），如老人或胖子會得的，會掛（死）的。較特別的是，也有學生認為是「糖太少」所引起的，約有6.2%（4人/65人）。

學生對糖尿病一詞似乎相當的熟悉，因此聯想到甜的食物或疾病佔有相大部分，但是這種熟悉與日常生活經驗很有關係。但是如何去解釋糖尿病的形成原因，學生雖然很有興趣，但是還是少能有一個較完整的答案。

從上述六個語詞的資料分析中顯示，在血糖恆定相關的概念中，學生對內分泌系統中的性腺具有最多的聯想，這應該是這個年齡層對性特別注意的關係。此外，學生對糖尿病也充滿很多聯想，然而這些聯想都侷限在生活上的用語。這樣的發現可以說學生在為學習血糖恆定前，已經有相當多相關的知識，這些知識可能是狹隘的，如把內分泌侷限在性腺；也有些是生活經驗性的，雖然有些是錯誤的觀念，但也有些不能說是錯誤，如對糖尿病的了解。但是對於這些生活現象的解釋，如血糖、激素或賀爾蒙等語詞，雖然不是很陌生但對其功能則相當不了解，因此語詞跟語詞之間的關係則很難表現出來，所以無法適當的用這些名詞來說明糖尿病或是恆定現象。也就是學生對「血糖」和「糖尿病」概念之間的關聯，缺乏「激素」（即胰島素、升糖素）作為連結的橋樑。此外，對整個恆定觀念相當薄弱。

二、四格連環漫畫情境

在研究工具的設計當中，我們提供了一般正常的血糖濃度，以及四個生活情況供學生思考血糖濃度的變化情況；其中，資料分析的要點是學生能否能將每次血糖濃度的變化畫回正常的濃度值，即身體內的血糖在應付各種狀況之後，血糖濃度會回到正常值。此外，我們想要了解如果學生沒有將血糖濃度畫回到正常值，他們是否具有其他畫圖的判斷標準。全部共65份問卷，有2位學生未填寫第二部分血糖濃度的變化，另有12份問卷因為學生所畫的圖形無法辨識所以無法歸類。其餘經整理後，我們發現學生對血糖恆定整體概念有四種不同的的類型。

1. 符合現行生物學概念型：這類學生已經具有恆定性的動態平衡觀念，總共12人，約有五分之一的比例。他們的圖形特色是每一次的血糖變化之後，會回到正常的血糖濃度，而且血糖濃度的變化以一般正常濃度值為基準，會有上下的濃度變化。圖2是其中一個學生的作圖。
2. 活動力相關型：這類學生尚未建立恆定性的觀念，認為血糖的濃度與生活活動力相關，共有9人。因此，這類的圖形呈現睡覺或休息時血糖會在最低點，生活中發生各種狀況時，如吃飯、驚嚇或運動時，皆會高於休息這個最低限。如下圖3，可明顯的看出活動力與血糖濃度成正比，早上起床時最低，之後愈來愈高，睡覺前才會變低。
3. 半恆定性型：這類學生類似活動力相關型的一種表現，但是已經粗具恆定性的觀念，共18人。這些學生雖然仍以睡眠時

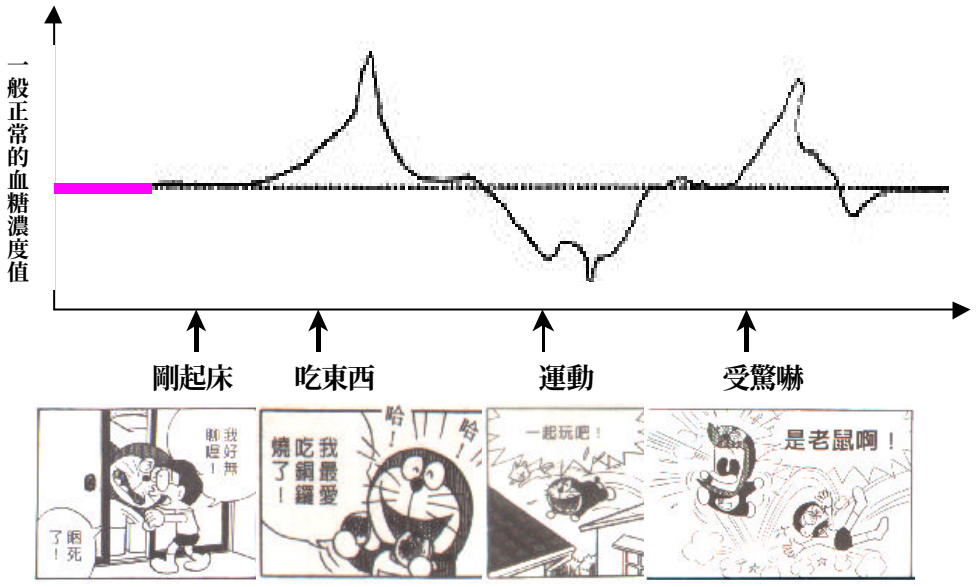

圖 2：合乎現行生物學概念型之圖例

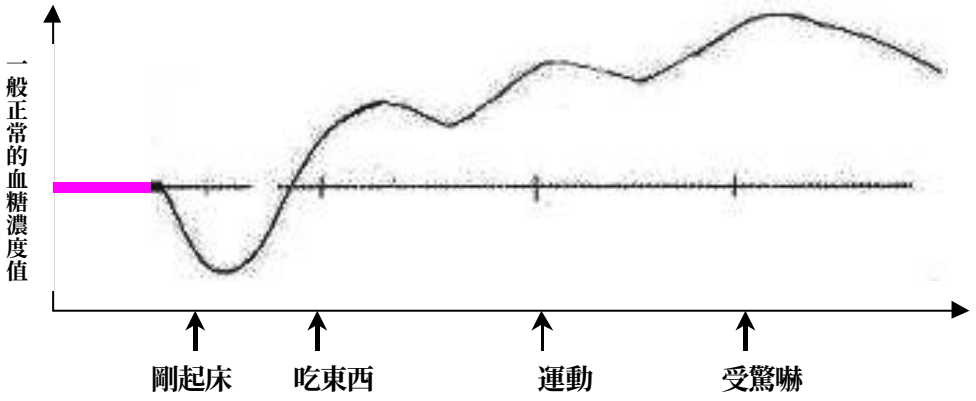

圖 3：活動力相關型圖例

的血糖濃度為最低值，每次狀況升高之後會回到正常濃度，但沒有低於正常濃度標準線的觀念，因此圖形的呈現猶如一座座山峰，如圖 4。恆定性通常藉由正負回饋來維持，過多則減少，過少則升高，本類型的學童僅表現出過多則減少的觀念，固稱為半恆定性型。

4. 單一來源型：生理恆定的控制通常會有兩個或兩個以上的機制來維持，以血糖為例，直接進食獲得葡萄糖或由肝糖轉化成血糖都是提高血糖濃度的途徑。對於生理現象不熟悉的學童容易以為只有單一途徑來控制，這類學生把進食視為血糖的唯一來源，因此吃飯後血糖升到最高，然後血糖的逐漸下滑，這類型共 12 人，如圖 5。

前述活動力相關型的學童雖然只有 9 人，約 18%，但進一步分析學生作畫時所另外加上對圖形的文字說明，發現學生以活動力作為判斷血糖濃度升高或降低的主要依據相當多，約

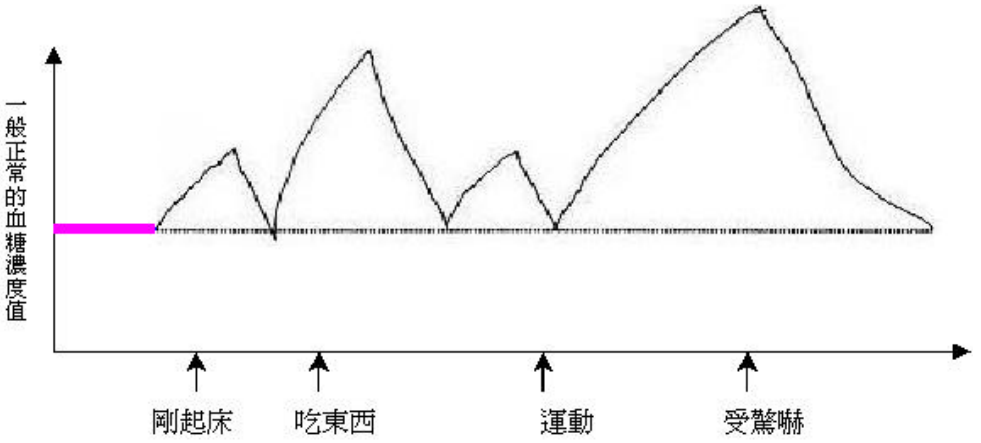

圖 4：半恆定性型圖例

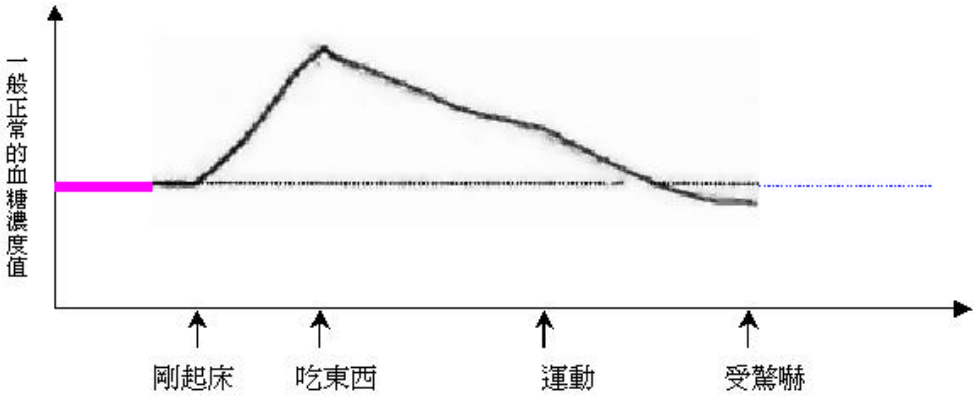

圖 5：單一來源型圖例

有 60%（39 人/65 人）。他們對剛起床或休息時血糖濃度較低的解釋，主要是「沒精神、沒活動、累、休息、沒吃東西」，因此的學生認為此時血糖會下降。此外學生對食物（醣類）與血糖的關係似乎相當確定，約有 87.7%（57 人/65 人）認為吃東西後的血糖濃度會升高，理由是「食物含糖、吃、補充能量（有體力）、興致較高」。但由於學生的說明簡短而不明確，無法確認他們是否只是狹隘地用「糖」字簡單的與血糖作連結，還是真的了解醣類食物能分解產生葡萄糖的知識。

對於運動的解釋就相當的兩極化，有一類的解釋是「運動、產生熱、激素」，認為身體要動起來，體溫會升高，血糖會上升；另一類解釋如「動、消耗能量、排汗」的人認為「動」造成消耗能量，排放汗水，身體會累，所以體內的血糖會下降；這兩種說法的比例剛好各佔一半。兩者說法都部分正確，因為運動時的生理現象同時具備這兩種解釋，剛開始運動時血糖上升應付身體活動所需，經過一段時間因為血糖經過消耗，濃度的確會下降，造成運動後缺乏血糖的狀況，但此時又會由肝醣來做部分調節或者藉由進食來恢復血糖濃度，這些不同因素整合起來維持血糖的恆定。因此學生對於一個生理現象的解釋只是傾向以單一種說法「活動力升高」或者「能量消耗」解釋全部，

沒有發現任何學生將兩者說法合併在一起作為解釋，因此大部分學童無能發展出恆定或動態平衡的觀點 這些資料顯示，學童在做判斷時，傾向採用一種直線且單一因果關係來說明表象，而未能以內在且多變象的複雜機制來解釋生理的恆定現象。

受到驚嚇的時候，學生的解釋大概有「驚嚇 血壓心跳升高、害怕、緊張、激素、突然、身體無法反應、細胞需要用糖」。其中，有 2/3 的學生認為血糖會升高，有 1/3 的學生認為血糖會降低。認為血糖濃度會升高的學生只有一位說明細胞需要用到糖，其他似乎都以當時的「生理表像感覺」作為解釋，如心跳血壓會升高，所以血糖會升高。也就是學童易於用生理表像來解釋另一個生理表現，而不是用比較內在的機制來解釋外在的表像。

結論與建議

從上面資料的分析當中，我們可以看到以下結果。在第一部份的語詞聯想與定義當中，顯示大部分學生沒有發展出「恆定性」或「動態平衡」概念，而且多以「靜態平衡」相關概念為主。而對「血糖」的認識大多只有字面上意義，只有少數能說出葡萄糖；學生對內分泌系統的認識多偏向於性方面的知識，較少有其他方面的認識。對「糖尿病」的經驗性知識雖多，但缺乏內分泌系統在其中所扮演的角色。因此無法使用內分泌的知識來說明糖尿病，反而很多學生用相當生活式語言來說明糖尿病的成因，他們認為是因為吃太多糖而造成糖尿病的。

在第二部分血糖恆定整體概念圖形中，學生學前概念類型主要有四種，第一種類型具有恆定概念，血糖濃度變化在一定的範圍，並且會回復到正常值；第二種類型的血糖濃度變化以「活動力」為判斷標準，活動力高，血糖就升高；第三種類型的也以「活動力」為判斷標準，但逐漸發展出恆定的觀念。第四種類型血糖濃度的變化以「能量消耗」為原則作為判斷標準，血糖的濃度在進食時最高，然後由高而低慢慢下降。此外，從資料中圖形的附註文字中，發現學生多以生活感官經驗，如心跳、血壓、害怕作為判斷依據，而少以內在且多變象的複雜機制來解釋生理現象。底下提出數點建議作為本文的結束。

一、對教材的建議

研究結果顯示，學生對於「荷爾蒙」與「激素」兩個概念名詞的反應並不相同。在國小健康教育課本與國中生物課本內兩者並沒有一致，這可能會造成學生學習上的混淆。另外，參考國小的課本，發現其中對內分泌系統有部份介紹，如雌性荷爾蒙、雄性荷爾蒙、腎上腺素 生長素等，但可能因考慮學生的認知發展，沒有引入恆定性的觀念。恆定性是相當抽象的概念，需要具有抽象認知能力才容易學習，因此在國小階段只是介紹各種不同的內分泌腺而不介紹恆定性是可以理解。但是，建議在逐漸具有具體的運思操作的國中學童教材中，應先介紹人體恆定現象的機制作為前置組織因子(advanced organizer)，然後在據以介紹各種不同的內分泌作用與現象，否則就可能造成學生對恆定現象與恆定機制的混淆(Barrass, 1984)。

「糖尿病」是常見的疾病，在國小健康教育的課文中有概略的介紹。由於健康教育課本較重視病理特徵及飲食治療的內容；相反的，國中生物課本較重視生理機制的描述。但學生在國小學習糖尿病時著重生活經驗，也許已經對「糖尿病」作某種程度的推論，所以呈現出許多不正確的想法。這樣的理論與實務分離的課程安排，使的學生無法建立統整的生物學觀念。基於科學-科技-社會（STS）潮流的精神，中小學課程上應該多花篇幅將糖尿病（實務）

與胰島素（理論）的關聯建立起來。

二、對教學的建議

從語詞聯想與解釋的資料中，我們知道學生對於「血糖」這個名詞大部分只有字面上表面的意義，血糖與養分、能量之間的關聯並不明顯。受試者雖已在一個月前的國中生物課本上冊第三章「養份與能量」學習過這些概念，但對「血糖」這個科學名詞仍相當陌生，無法跟已經學過的概念連結。因此，在血糖恆定的教學進行之前，「養分與能量」概念的再回顧相當重要。在對血糖一詞的解釋上，學生很少明確的指出葡萄糖，可見關於「糖」的概念並沒有明顯細緻的分化。因此，在血糖恆定教學前對於「糖」的概念，必須確定學生能夠產生較明確的分類，如葡萄糖、肝糖等。

恆定性的這個概念相當抽象，尤其是動態平衡的部分，它是許多知識領域中較高階的上位概念，如生理學、化學平衡、物理學的粒子運動等，包含性相當廣。因此，教學上應該可以從有明顯可觀察現象的生活事例，就如冷氣機、洗衣機等電器運作的原理，介紹「動態平衡」概念，對未來學習微觀的知識領域學習應該較有幫助。學生以活動力的大小表示血糖濃度的變化，與文獻上（Simpson & Marek, 1988; Westbrook & Marek, 1992）所指出的結果類似。活動力、心跳、血壓或許可以解釋血糖濃度的上升或下降，但這些都是在內分泌系統的調節之下所產生的外在生理反應，如腎上腺素的作用。教師在進行教學的過程當中，可以從這些生理現象著手，導入深一層的內分泌運作機制，讓學生循序漸進的學習。另一個以「單一來源型」的觀點解釋血糖的濃度變化類型者，沒有表現出「血糖儲存於肝糖」的概念。因此，教學上應該對醣類食物、葡萄糖與肝糖之間的交互作用作一個清楚的說明，相信對學習血糖恆定會有實質上的幫助。

參考文獻

1. 張筱莉和林陳涌（2001）：學童眼中的科學專有名詞。科學教育學刊, **9**(3), 1-16。
2. 郭重吉（1990）：學生科學知識認知結構的評估與描述。彰化師範大學學報第一期。
3. Appleton, K. (1993). Using theory to guide practice: Teaching science from a constructivist perspective. *School Science and Mathematics*, *93*, 269-274.
4. Arnaudin, M. W. (1983). *The acquisition of concepts and misconceptions of the human circulatory system.* Unpublished master's thesis, University of North Carolina at Wilmington, NC.
5. Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view.* New York: Holt, Rinehart and Winston.
6. Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1978). *Educational psychology* : *A cognitive view(2nd ed.).* New York: Holt, Rinehart and Winston.
7. Barak, J., Sheva, B., & Gorodetsky, M. (1999). As ‘process’ as it can get: Students’ understanding of biological processes. *International Journal of Science Education, 21*(12), 1281-1292.
8. Barrass, R. (1984). Some misconceptions and misunderstandings perpetuated by teachers and textbooks of biology. *Journal of Biological Edcation, 18*(3), 201-206.
9. Cachapuz, A. F. C. (1987). Detecting changes with learning in the organization of knowledge: Use of word association tests to follow the learning of collision theory. *International Journal of Science Education, 9*(4), 491-504.
10. Cazdenn, C. B. (1987). Detecting changes with

learning in the organization of knowledge: Use of word association tests to follow the learning of collision theory. *International Journal of Science Education*, *9*(4), 491-504.

11. Champagne, A. B., Gunstone, R. F., & Klopfer, L. E. (1983). Naï ve knowledge and science learning. *Research in Science and Technological Education*, *1*(2),
12. Driver, R. (1981). Pupils' alternative frameworks in science. *European Journal of Science Education*, *3*(1), 93-101.
13. Driver, R., & Erickson, G. (1983). Theories-in-action: Some theoretical and empirical issues on the study of students' conceptual frameworks in science. *Studies in Science Education*, *10*, 37-60.
14. Erickson, G. L. (1983). *Student frameworks and classroom instruction*. Paper presented at the International Seminar on Misconceptions in Science and Mathematics, Ithaca, NY.
15. Henriques, L. (1997). *Constructivist teaching and learning*. Unpublished Ph.D. dissertation, theUniversity of Iowa, Iowa city, IA.
16. Finley, F. N., Stewart, J., & Yarroch, W. L. (1982). Teachers' perceptions of important and difficult science content. *Science Education*, *66*(4), 531-538.
17. Pfundt, H., & Duit., R. (1991). *Bibliography: Students alternative frameworks and science education*. Kiel, Germany: University of Kiel Institute for Science Education.
18. Pfundt, H., & Duit, R. (1994). *Bibliography-Students' alternative frameworks and science education*. Kiel, Germany: University of Kiel Institute for Science Education (IPN), University of Kiel.
19. Resnick, L. B. (1983). Mathematics and science learning: A new conception. *Science*, *220*, 477-478.
20. Simpson, W. D., & Marek, E. A. (1988) Understandings and misconceptions of biology conceptios held by students attending small high schools and students attending large high schools. *Journal of Research in Science Teaching, 25*, 5, 361-374.
21. Sutton, C. R. (1992). Words, science and learning. Buckingham: Open University Press.
22. Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students misconceptions in science. *International. Journal of Science Education*, *10*(2), 159-169.
23. Waheed, T., & Lucas, A. M. (1992). Understanding interrelated topics: Photosynthesis at age 14+. *Journal of Biological Education*, *26*(3), 193-199.
24. West, L. H. T., & Pines, A. L. (1985). Cognitive structure and conceptual change. (pp.1-7). New York: Academic press.
25. Westbrook, S. L., & Marek, E. A. (1992). A cross-Age study of student understanding of the concept of homeostasis. *Journal of Research in Science Teaching, 29*, 1, 51-61.
26. Vander, A. J., Sherman, J. H., & Luciano, D. S. (2001). Human Physiology, (8th edition. P. 144). Boston: McGraw-Hill Inc.

Grade Seven Students' Preconceptions About Homeostasis of Blood Glucose

Chen-Yung Lin and Yu-Hui Shu
Department of Biology, National Taiwan Normal University
Taipei, Taiwan

Abstract

This study investigated grade seven students' preconceptions about homeostasis of blood glucose. All students were from the Taipei area. The instrument used in the study contains two major parts. Part one focused on six related terms, namely, Homeostasis, Blood Glucose, Endocrine Glands, Hormone (transliteration), Hormone (liberal translation), and Diabetes, in which students were asked to freely do word association and to give their own definition for each term. Part two used a series of four cartoon pictures to probe the students' holistic conceptions about homeostasis of blood glucose, in which students were asked to draw the concentration level of blood glucose for the cartoon figure when he appears in four different situations. The data derived from part one revealed the lack of concept of dynamic balance in homeostasis of blood glucose. In addition, students held more association and perception on experiential concepts, while less on the relationship or function of concepts. The students' answers to part one showed that they understood experiential concepts better than relationships or functions. The data also showed that the students did not understand the concept of dynamic equilibrium. The analysis of the data from part two showed four patterns of students' preconceptions. Suggestions on how to teach homeostasis of blood glucose are provided.

Key words : Preconceptions, Concept Analysis, Homeostasis of Blood Glucose.