

自然科生物人體三道防線 教學模式之初探

東方設計學院食品科技系。許照紅。講師

壹、前言

在人的生活環境中，有很多的微生物感染來源，其中包括土壤、空氣、水、食物及與人、動物接觸等，因此，人體可說無時無刻都是處在種種微生物侵襲的威脅之中。在人體結構中的免疫系統可以保護身體免受感染，包含了所有產生對抗潛在致病原防衛作用的細胞、構造、組織結構與過程等。為了能抵抗微生物的入侵，人體有三道堅強的防線。根據其是否具有選擇性的對抗病原菌，將這三道防線由體外到體內分為特異性及非特異性兩大類（表1）。

評估九年級學生在擁有人體系統作用生理的先備知識之下進行本課程，使學生能充分發揮統整能力，例如皮膚不僅是人的體表結構，同時也擔任了防禦病菌入侵的功能。

表1 人體的防禦機制

作用	防禦系統	原理	作用與範例	
非特異性 (非專一性) (有選擇性)	第一道 防線 (圖1)	阻止異物入侵體內	物理性的	完整的皮膚障蔽、黏膜分泌黏液黏住異物後，再機械性排出
			化學因子	汗腺、皮脂腺分泌的脂肪酸，皮膚上的溶菌酶、胃的胃酸
			生物因子	正常菌群、抗生物質
	第二道 防線 (圖2)	當異物通過第一道防線之後，體內會以非專一性的細胞及某些化學物質作用，進行攻擊行動，消滅異物	吞噬作用	如白血球與巨噬細胞等，像便衣警察一樣，在體內經常移動以發現所有外來的感染，細胞膜凹陷形成偽足，將之吞噬與分解

收件日期：2009/7/13 修訂日期：2009/8/18 接受日期：2009/8/18



作用	防禦系統	原理	作用與範例
			<p>血清蛋白 在血液中的蛋白質，如補體 (complement) 補助抗體的作用，干擾素 (interferon) 抑制病毒的繁殖與擴散</p> <p>發炎反應 局部組織血管連續的變化，將感染局限在某一範圍內，避免擴散，同時可迅速將毒素中和並修補組織</p>
<p>特異性 (專一性) (有選擇性)</p>	<p>第三道防線 (圖3)</p>	<p>專一性的免疫作用</p>	<p>抗原與抗體專一性的作用 體內經刺激產生或注射獲得抗體，對單一菌體物質或相關菌種有特異性 (也就是專一性)，免疫作用的類型依抗體來源分為主動免疫與被動免疫 (表2)</p>

表2 免疫作用的類型

類型	作用原理	分類	抗體來源
主動免疫	體內自行產生抗體以對付病原，有效時間長，可達數年或終身免疫，其目的在預防疾病	天然的	在自然情況下受病菌感染後，體內產生抗體，當該病菌再感染時則具抵抗力
		人為的	在疾病發生之前先注射疫苗，形成抗體，以預防病原入侵造成傷害
被動免疫	由外界供給抗體以預防或治療疾病，有效時間短暫，僅數天或數週。人為被動免疫用在緊急治療	天然的	嬰兒出生後體內即出現抗體，是母親透過胎盤或透過母乳給予的
		人為的	直接注射抗體至虛弱的病人體內以對抗病菌

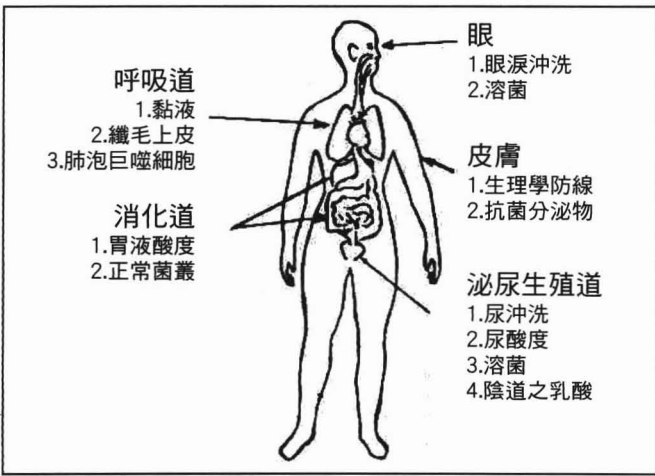


圖1 人體的第一道防線

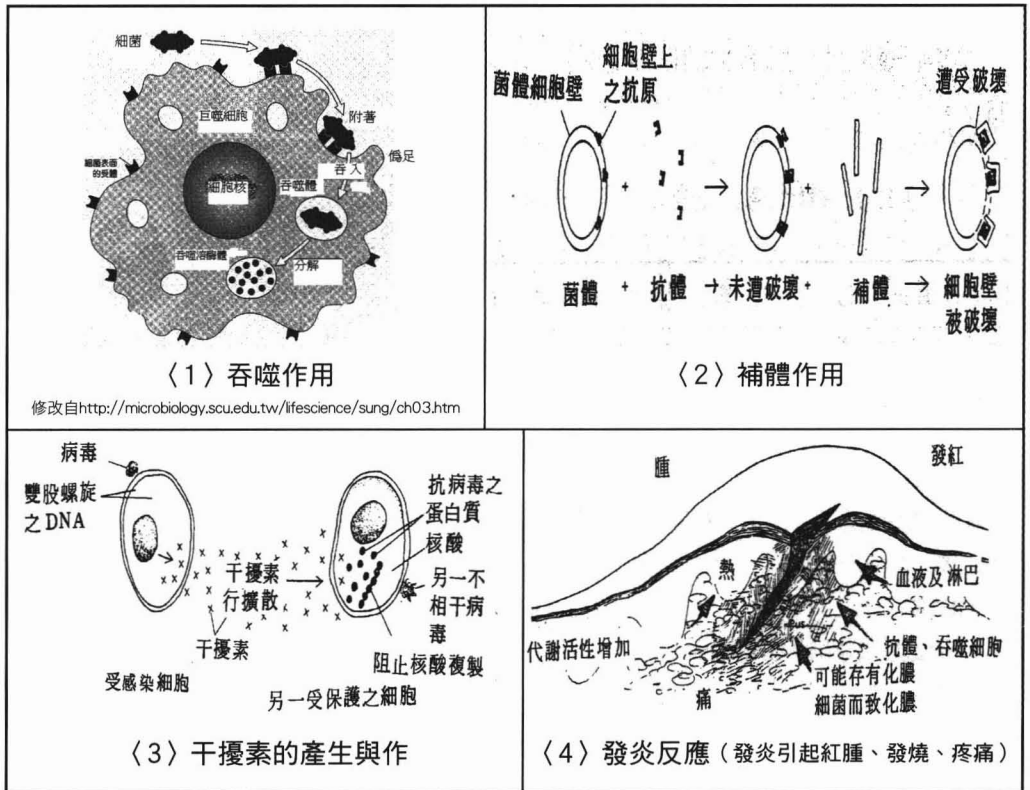


圖2 人體的第二道防線

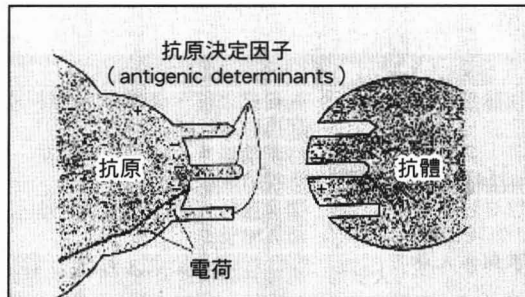


圖3 人體的第三道防線：抗原與抗體的作用

資料來源：除圖2〈1〉之外，餘引自王進琦，1980

貳、教學目標

教學意指教室中所有的活動，包括教室中教師的學科教學和秩序管理，也包含了學生的學習與活動，甚至師生之間的互動等，如何使學生的學習成效是最有效的，應妥善擬定教學目標。

針對九年級學生，以免疫作用為中心主題，認識人體在環境中如何抵抗外來微生

物的入侵，以生活事件進行討論，使學生的學習與生活經驗結合，學以致用、致知。

教師準備課業計畫如表3，提出認知、技能、情意等三方面的目標，學生在學習後應具有的外顯能力。為達成目標所設計的教學活動內容如表4，活動中使用學習單（附件）增強學習動機，同時評量學習成果。

表3 教學計畫表

單元名稱	人體防禦作用	班級	國三忠	人數	30人	時間	100分鐘	設計者	許照紅
教學資源	教學講義、圖片、key & lock、組合式積木、學習單、概念拼圖								
學生背景分析	1.具有皮膚組織、循環系統等先備知識。 2.對人體生理部分的學習意願低落，覺得太難了、很抽象。 3.秋冬時節擔心新流感侵襲之際，也關心疫苗開發與產生抗體的情形。								
一、認知方面									
1.認識人體三道防線	1-1 能說出人體三道防線 1-2 能說出人體免疫系統有關的構造、細胞、化學物質等								
2.認識非特異性防禦作用	2-1 能說出第一、第二道防線的作用								
3.認識特異性的免疫作用	3-1 能定義第三道防線（特異性的免疫作用） 3-2 能說明何謂特異性、專一性、選擇性								
4.認識抗原與抗體	4-1 能定義抗原與抗體 4-2 能以key & lock說出抗原與抗體的作用								
5.認識疫苗	5-1 能說明何謂疫苗 5-2 能舉出生活中疫苗的使用情形								
二、技能方面									
6.可敘述非特異性防禦機制	6-1 能以圖片說明非特異性防禦的第一道防線 6-2 能類比舉例說明非特異性防禦的第二道防線								
7.可敘述特異性的免疫機制	7-1 能完成免疫作用概念分類圖 7-2 能說明非特異性與特異性防禦之差異								
三、情意方面									
8.了解免疫系統的重要性	8-1 能說出免疫作用的重要性								
9.了解健康與疾病平衡間的關係	9-1 能說出影響健康與疾病平衡的原因								

表4 教學活動內容

1-1 & 1-2	一、詢問式教學（引導式討論法） 1.由「人為何不會輕易生病？」引出問題，讓學生思考人體的防禦，將學生提出的各種概念（包括細胞、構造、化學物質等）寫在黑板上，最後再分類說明。	10分	
5-2	2.以新流感病人作為題材，由為何感染、症狀出現至痊癒的過程，在教師引導下，引起學生思考並回答問題。	10分	
2-1	二、講述式 1.說明人體的三道防線。	10分	
3-1 & 4-1	2.說明抗原抗體的免疫作用	5分	
5-1 & 7-1	3.說明疫苗。	5分	
3-2	三、小組討論法：分成六小組 1.比較特異性與非特異性防禦之差異	10分	
6-1 & 6-2	2.小組討論圖1（人體的第一道防線），而後發表討論結果。	10分	學習單
4-2	四、綜合活動 1.小組討論類比配合說明人體的第二道防線	10分	學習單
7-1	2.完成免疫作用類型概念圖	10分	學習單
7-2	3.Key & lock配對說明抗原與抗體專一性的作用	10分	活動
9-1	4.完成健康與疾病的平衡活動	10分	學習單

參、教學模式理論分析

雖然許多研究成果顯示，在學生學習的成效上，新穎的教學法較優於傳統的講述法，但幾乎在各教室中，大部分的教師仍然以講述作為主要的授課形式，此外穿插師生的問答、以學生為主的小組討論活動、經由小組合作共同完成一份作業、上台報告等，透過適當的途徑，協助學習者熟記教材、理解教材、組織教材，進而引起學習興趣，才是教學的理想目標。

情境學習強調學習與社會文化情境間的密切關係，主張透過實際情境進行學習，才能獲得實用的知識（方吉正，2003）。知識是存在於情境的脈絡中，學習者基本上受到他所存在活動、情境和文化的影響（梁忠銘等，2003）。因此教師在教學上必須製造情境，使學生融入其中並感動之，而願意主動進行真實的學習，所以加入目前較受注目的健康議題，理解來龍去脈，避免道聽塗說心生恐慌。

分析本實務中應用的教學模式理論如下：

一、講述法

講述法至今乃是為各級老師最普遍使用的一種教學法（李咏吟、單文經，1997），有效控制進度、教材內容。但是教師單向主導大部分上課時間，學生被動接受訊息，無法練習高層次的認知思考和技能，於是在講述中適時提出問題發問，引發學生的學習參與。

二、詢問式（引導式討論法）

詢問是一種引導的策略，藉著發問，可刺激學生的興趣，鼓勵學生追求事務真正的本質，澄清問題及觀念，培養獨立思考及推論或歸納的能力（李咏吟、單文經，1997）。教師簡介教材內容或重點提示後，即進行對談式教學，可藉用生活資訊題材作為討論的跳板，與學科內容知識連結。

三、小組討論與合作學習

教育提倡合作學習主要是二方面的理由，其一是合作學習可以促進學生的合作能力，包含合作的知識、技能和情意等方面，而合作正是我們這個時代和這個社會迫切需要的；其二為合作學習可以促進全體學生學業上的學習成效，進而培養健康的心理，導正當前教育的缺失（黃政傑、林佩璇，2002）。就認知學習理論的觀點而言，合作學習對學生學習成就的影響，是因採用合作作業之故。因為合作的情境，提供學生互相討論、爭辯、陳述與聆聽他人觀點的機會，學生彼此之間的互動

促進了知識的發展，因而能增進其學習成就（簡妙娟，2003）。

如何在教室中透過班級分組以促進適性教育，是現代專業教師所應具備的重要技能（李咏吟、單文經，1997）。合作學習的教學方式與傳統單向傳授的講演式教學法有很大的差異（簡妙娟，2003），前者相需相成互動較多、強調個別的績效、異質性的小組組成、分擔式領導、分擔責任、強調工作及關係的維護、直接教學生社會技巧、教師觀察和介入、小組檢討績效。後者沒有相需相成的關係、不講求個別績效、同質性的小組組成、指派式指導、自行負責、強調工作、假定社會技巧與生具有而不與重視、教師忽略團體運作、沒有小組檢討（Johnson & Johnson, 1987）。教師教學之外，小組成員為達成共同任務，積極參與互動，完成有效的學習。在互動過程中，隨時討論、修正分歧的意見，教師觀察和介入，最後進行小組檢討。在小組活動中利用了模擬、類比、概念圖等學習策略促成任務達成。

四、教具模擬

使用教具教學的觀念，由來已久，教學器材的準備除了取決於教學內容，也和教學的策略有很大的關係（高博銓，2005）。例如以「key & lock」或同型積木的配對說明抗原抗體專一性的作用。教師事先準備材料，解說模擬的理由與如何進行，模擬後進行討論，使學生針對問題加以推論綜合思考，獲得高層次的學習結果。

五、類比

使用類比可以加強概念的理解，豐富有關科學的知識架構，促使後設認知思考，創新問題的解決（黃台珠等譯，2002）。透過類比、思考實驗、概念模型及視覺影像，在社群內分享意義的發展，以推理來形成理論，以便克服工作記憶的限制（Nersessian, 1999）。教師依據教學目標及學生的需要與興趣，發展自己的方式進行類比教學。

六、概念圖

概念圖是一種圖形組織體，是Novak和他的研究群在1997年首先建立（黃台珠等譯，2003）。在教學及研究上，概念圖能提供先備知識的評鑑和另有概念架構的診斷，也提供知識本質之階層性、概念性和命題性，亦可作為一種後設認知的工具，幫助學習者辨識認知架構，使這些架構成為更有威力的整合形式（Novak & Gowin, 1984）。

肆、結論

Novak的名言：人類是意義的形成者，教育的目標是為建構共同的意義，共同的意義可經由準備完全的老師主動介入而促成（黃台珠等譯，2002）。教師介入教學，促進學生對意義的塑造與理解。教師們應學習有效地計畫課程與教學，使整個教學歷程能緊密及結構完整，而不貿然地去嘗試未經結構的班級教學（李咏吟、單文經，1997）。

對許多學習者而言，伴隨著微生物而出現的微觀知識，極其抽象難懂，莫怪乎微生物學被列為頭痛難學的科目之一，筆者在教授技術學院五專部學生之時，更是深感講述教學之困難，礙於時間與進度的限制，如何在既定的時間內完成內容的傳授，便不是單一教學策略所能駕驅的，於是結合多重策略，以九年級學生為研究對象，提出相關的統整實務課程來解決人體防禦教學的困境，唯後續可收集學習者在教學前後學習成就的差異及概念的獲得情形，評估此整合式教學模式對學習的成效。

良好的課業計畫必須符合下列幾個原則：（1）課業計畫要使學生能達到認知、情意、技能三方面的目標。（2）教師應使用教學計畫模式之表格，將目標、教法、教材與評量加以緊密聯結，並在上課前將課業計畫的流程想像一番，試探其品質。（3）在課業計畫中引起學生學習動機是不可或缺的部分。（4）課業計畫最後一定要有一個結論，如為學生複習，或向學生提出問題，或是作一個小小的測驗，使得學生統整一下這堂課所獲得的新知（李咏吟、單文經，1997）。

生物學抽象不可親近之知識，如要以文字轉承起折妥善敘述，恐怕會形成長篇大論，倘若引一圖以蔽之，省去不少文字版面，縮減閱讀時間，使學習者改變學習內容深感困難的觀點，未嘗不是教學與研究的成就。於是圖本表徵的利用，在科學學習領域中熱烈的展開，使用圖本任務的達成來促進學習，在學習過程中必須具有圖本閱讀與推理的能力，當然圖本建構所應用的圖形、符號與文字在配置上必須適當，對學習者認知能力亦應避免過度的負荷。因此本教案提出小組討論看圖說故事、類比配合、小組討論及概念圖製作等學習單元，在學習單的設計上，使用圖片來取代長篇大論，不同學習者圖片閱讀理解的能力會有差異，圖片的閱讀是可以被訓練的，教師適時引導說明促進學習成效。

學習貴在動機，讓學生在既有基本知識、能力以及經驗的前提下，能夠做好心理準備，有學習的傾向和趨力，以作進一步的學習（高博銓，2005）。於是學習重點在於「啟動」學習，驅動學習者對學習內容的認知而願意主動投入學習，Ausbel（1980）提出驅動認知（cognitive drive）的概念，或許學習在一開始的

時候完全不是內生性的，需要特定的認知驅動或興趣，加上特殊的經驗來促進學習。在教學的設計上先以生活事件引發學生的參與，繼而以「借刀殺人」、「接殺出局」等類比式的配合，以學生熟悉的事物來解釋不熟悉的現象，讓學習者能藉助類比物的說明，對第二道防線的生理作用有深刻的理解。已有許多研究提出類比有助於科學概念的學習（邱美虹、高淑芬，1999；蕭碧茹、洪振方，2001），可獲致良好的學習成效（林靜雯、邱美虹，2005）。

儲慧平（2003）為提昇學生學習動機也提出八項應注意的教學原則：（1）教學前訂立合乎學生能力的學習目標，明確地讓學生瞭解努力能達成目標。（2）營造安全、溫暖、友善、合作及民主的學習情境，讓學生有良性互動，願意更努力學習。（3）教材有創意、難度適中，講述循序漸進，使學生不會感覺負荷過重，萌生挫折感。（4）依據學生先備知識，協助架構學習鷹架，多舉實例，使抽象的教材個人化、具體化。（5）提供學生正面回饋，並善用增強技巧，建立融洽的師生互動。（6）運用電腦多媒體，設計多元有趣的活動與作業，引發學生好奇心和興趣。（7）指導學生有效的學習方法，使其學習不會「事倍功半」。（8）採行多元評量方式，適切評量學生認知、技能、情意的學習成果，避免以傳統考試宰制學生。

在教學器材的使用上，方炳林（1992）提出教學器材包括可獲得正確的知識、容易瞭解、激發興趣、印象深刻、充實經驗、節省時間、啟發思想等優點。Yelon（1996）也有相似的看法。於是藉助兒童玩具模擬key & lock特異性防禦作用、剪貼概念圖作動手操作的過程中，增加了思考的機會。

Brandt（1998）指出：「當學習內容對學生是具有意義的，那麼學生就會有學習的需求，而學習的成效，因而相對地提高。」教師若在整個課程中，關注加強意義的連結，學生們較能有足夠的興趣在課後加以應用。掌握學習內容的意義性即是要激發學生學習並應用其所學的動機，並協助學生將其所學與自己的經驗、興趣、價值及抱負加以關連（Keller, 1987）。

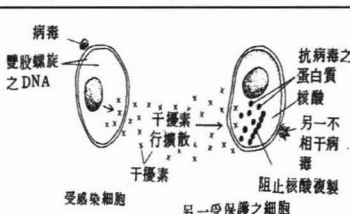
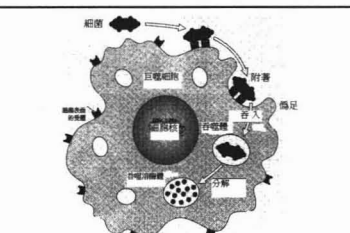
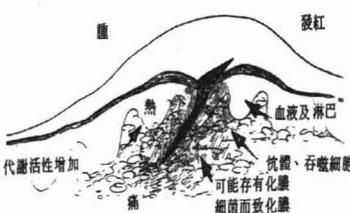
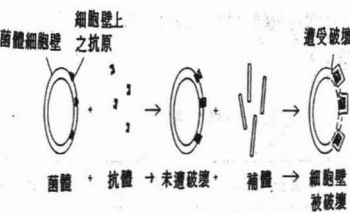
提供相近於實際情境之下的操作學習，使學生投入其中，自行觀察、操弄、處理及作決定。學者強調感官知覺的重要，鼓勵教師，要用實事實務或直接近於兒童的觀念去教，不要只用形式或符號（高博銓，2005）。活潑的活動，趣味的內容，學生自己做的計劃與決定等等，都將使學習更有興趣和效果，也能使學生相信學習是有價值的（李咏吟、單文經，1997），是提出本教案的最大企望。

伍、參考文獻

- 王進琦（1980）。**基礎微生物學**。臺北市：藝軒。
- 方吉正（2003）。情境認知學習理論與教學應用。載於張新仁（主編），**學習與教學新趨勢**（頁345-402）。臺北市：心理出版社。
- 方炳林（1992）。**教學原理**。臺北市：教育文物出版社。
- 李咏吟、單文經（1997）。**教學原理**。臺北市：遠流。
- 林靜雯、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。
- 邱美虹、高淑芬（1999）。類比對應對學生建構「原子結構」心智表徵之影響。**師大學報：科學教育類**，44（1&2），31-59。
- 高博銓（2005）。教學準備階段的重要原則及其實踐經驗。**中等教育**，36（2），30-51。
- 黃台珠、熊召弟、王美芬、余曉清、靳知勤、段曉林等（譯）（2002）。J. J. Mintzes, J. H. Wandersee&J.D.Novak著。促進理解之科學教學：人本建構取向觀點（Teaching Science for understanding:a human constructivist view）。臺北市：心理出版社。
- 黃政傑、林佩璇（2002）。**合作學習**。臺北市：五南。
- 簡妙娟（2003）。合作學習理論與教學應用。載於張新仁（主編），**學習與教學新趨勢**（頁405-463）。臺北市：心理出版社。
- 梁忠銘、侯松茂、黃毅志、熊同鑫、胡齊望（2003）。**教育實踐與研究**。臺北市：揚智。
- 儲慧平（2003）。提昇學生學習動機的創新教學。**教育資料與研究**，55，109-115。
- 蕭碧茹、洪振方（2001）。類比教學策略及應用模式。**中學教育學報**，8，240-271。
- Ausubel, D. P. (1980). *Educational Psychology: A cognitive view*. NY: Holt, Rinehart and Winston.
- Brandt, R. (1998). *Powerful learning*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Johnson, D. W. & Johnson, R. T.(1987). *Learning together and alone: Cooperative, competitive, and individualistic learning* (2nd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Keller, J. M.(1987). Strategies for stimulating the motivation to learn. *Performance and Instruction Journal*, 26(8), 1-7.
- Nersessian, N. J. (1999). Model-based reasoning in conceptual change. In L. Magnani, N. J. Nersessian, & P. Thagard (Eds.), *Model-based reasoning in science discovery* (pp. 5-22). New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Novak, I. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. NY: Cambridge University Press.
- Yelon, S. L.(1996). *Powerful principles of instruction*. White Plains, NY: Longman.

陸、附件

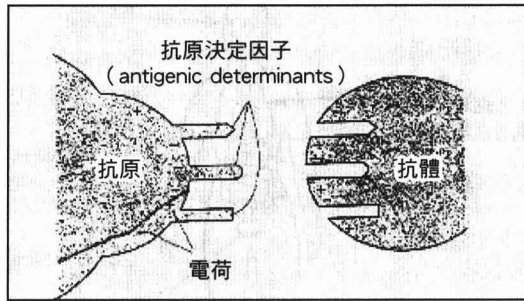
認識第一道防線	小組討論看圖說故事
<p>1.看圖說故事： 請小組就眼、呼吸道、消化道、泌尿生殖道、皮膚選擇一個主題（各組不要重複）。小組成員盡情討論說明有關該主題之下第一道防線的作用。</p> <p>2.上台發表討論結果。</p>	
<p>呼吸道</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.黏液 2.纖毛上皮 3.肺泡巨噬細胞 <p>消化道</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.胃液酸度 2.正常菌叢 	<p>眼</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.眼淚沖洗 2.溶菌 <p>皮膚</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.生理學防線 2.抗菌分泌物 <p>泌尿生殖道</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.尿沖洗 2.尿酸度 3.溶菌 4.陰道之乳酸

認識第二道防線	小組討論類比配合
<p>配合類比文字說明與圖片，請討論配對的理由，並發表之。</p>	
<p>1.借刀殺人：本身對細菌沒有作用，但是可以協助殺菌作用。</p> <p style="text-align: center;">圖 ()</p>	 <p style="text-align: center;">圖A</p>
<p>2.接殺出局：好像擊出安打之後，手套接住棒球。</p> <p style="text-align: center;">圖 ()</p>	 <p style="text-align: center;">圖B</p>
<p>3.守望相助：遭竊賊盜取財物之後，趕緊通知近鄰防範。</p> <p style="text-align: center;">圖 ()</p>	 <p style="text-align: center;">圖C</p>
<p>4.集中火力：兵馬圍住亂賊，防止擴散亂竄。</p> <p style="text-align: center;">圖 ()</p>	 <p style="text-align: center;">圖D</p>

認識特異性防禦作用

小組模擬抗原與抗體配對遊戲

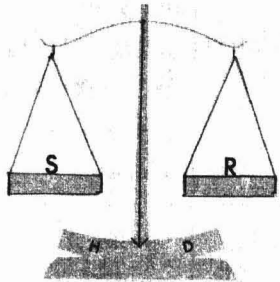
1. 模擬 key & lock：由各種鑰匙和鎖，找出可解開鎖的鑰匙。
2. 同型積木的配對：使用錦繡花苑 (Beautiful Gardens) 兒童玩具，同型積木才可組合。
3. 分享遊戲心得與原理。



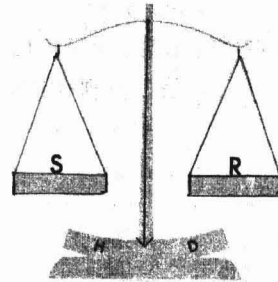
健康與疾病平衡間的關係

小組討論

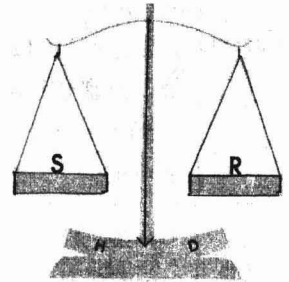
小組利用下圖說明影響健康與疾病平衡的原因，並結論如何才能達到健康良好的境況。



指針平衡
表示健康良好



易感性超過抵抗力
即致病



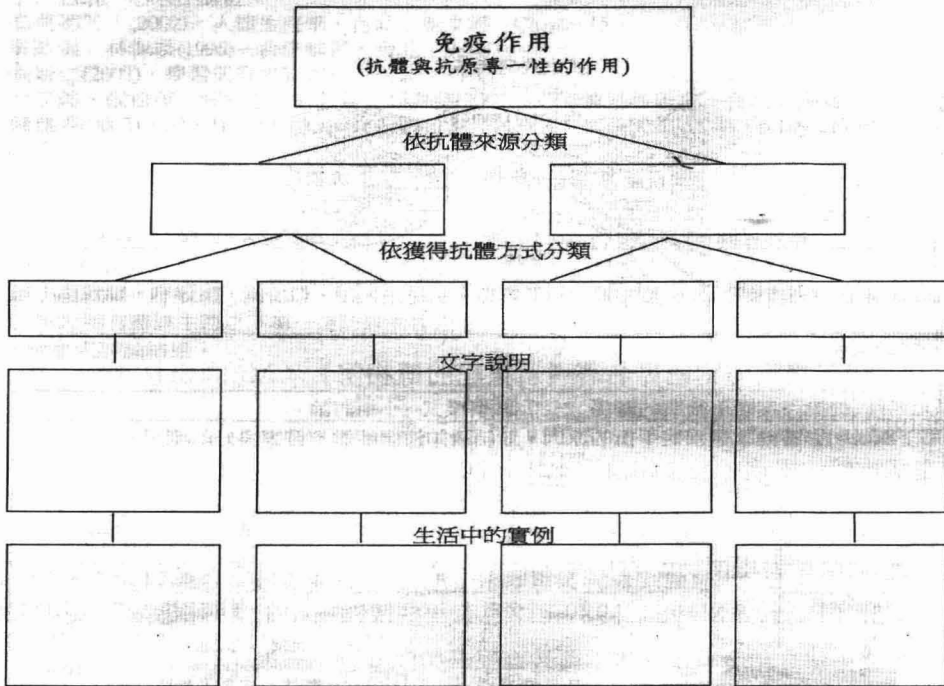
抵抗力大於易感性
即表示良好健康狀況

註：S：易感性 (Susceptibility) R：抵抗力 (Resistance) H：健康 (Health) D：致病 (Disease)

影響因素	1. 微生物因子	2. 生理因子	3. 細胞因子	4. 體內因子	5. 構成因子	6. 社會經濟因素
	毒力 侵襲 進入部位 侵入量 寄生處 菌種	受傷 生理壓力 心理壓力 發炎 組織胺釋放	吞噬細胞	抗體 補體 干擾素	營養 年齡 組織 身體狀況 溶菌	家庭 衛生 職業

【 免疫作用類型概念圖 】

請小組依照下列提示，將下列免疫作用類型的圖卡剪貼在適當位置



				主動免疫 (個體自行產生抗體)
在疾病發生之前先注射疫苗(死菌、滅毒活菌、類毒素等),形成抗體,未來可以預防抗原入侵造成傷害。	人體在自然情況下受病菌感染後,於恢復期間,體內產生抗體,即自行痊癒,對該病菌的再感染具抵抗力。	嬰兒在出生後,體內即出現的抗體,是母體透過胎盤或經餵哺母乳所給予的。	直接注射抗體至虛弱或危患病人的體內,對抗病菌,以治療或改善疾病。	被動免疫 (抗體來自體外供應)
例如曹姓夫婦感染 SARS 痊癒,在他們體內產生的抗體消滅了引起 SARS 的病毒,願意提供血清作為疫苗的研究。	例如被毒蛇咬傷的人緊急送醫,注射抗血清(抗體)急救。	例如等到 SARS 疫苗開發成功了,在 SARS 尚未流行之前,事先打疫苗以預防被感染。	例如嬰兒出生在一個月內,體內自然存在一些抗體。如果母親餵哺母乳,嬰兒可以得到更多的抗體。	天然主動免疫
				天然被動免疫
				人爲主動免疫
				人爲被動免疫