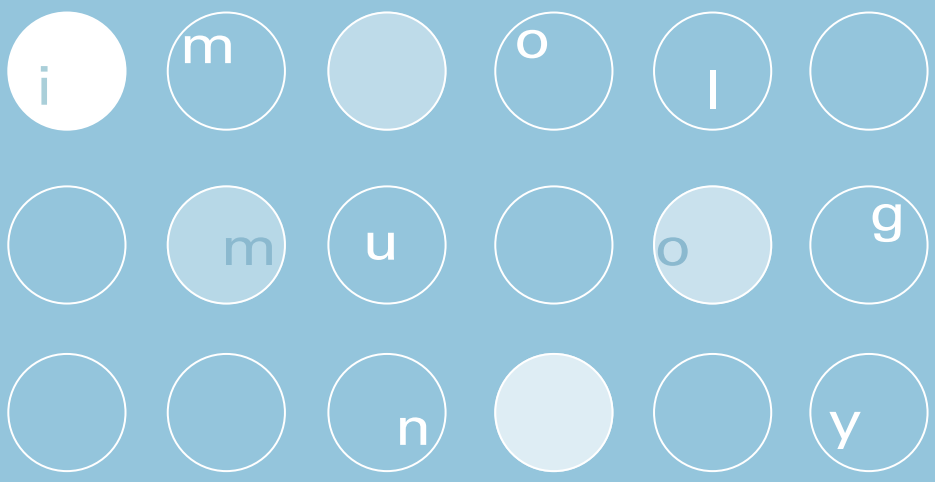
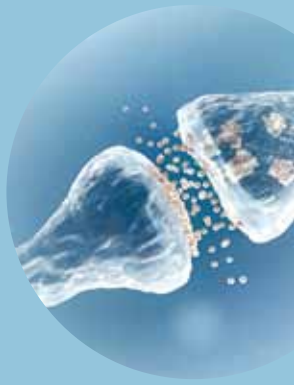


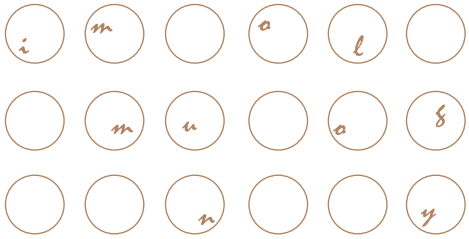


I

PART

免疫系統的基本介紹

Chapter 1　免疫系統的基本介紹
Chapter 2　免疫分析技術
Chapter 3　淋巴系統
Chapter 4　參與免疫反應的細胞



01
CHAPTER

Introduction to the Immune System

免疫系統的基本介紹

1-1 宿主免疫系統的防禦方式
生理屏障
免疫反應

1-2 免疫反應的種類
先天性免疫
後天性免疫

1-3 抗原與抗體的反應

1-4 抗原呈現細胞與 T 細胞的活化

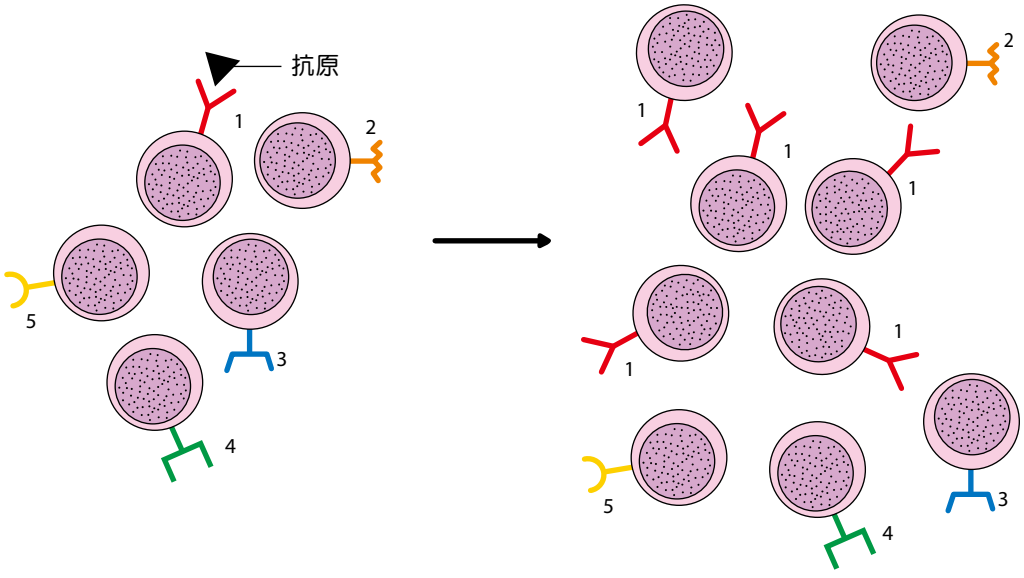
早在西元前 430 年，雅典即曾爆發鼠疫 (plague)，在當時希臘歷史學家修斯提底斯 (Thucydides) 首先提出：感染鼠疫而後康復的病患可避免再次感染。在西元 1798 年時，英國醫師愛德華金納 (Edward Jenner) 改良中國人及土耳其人於十五世紀所發展的種痘 (variolation) 技術—自天花 (smallpox) 膿疱所取得的乾痂 (dried crust)，再經由鼻孔吸入，以預防天花病毒感染的技術，並觀察到曾接觸過牛痘 (cowpox) 的擠奶女孩，可對天花產生免疫反應。因此，他假設如果將牛痘膿疱中所得到的組織液注射到健康個體內，應該可以避免感染天花。於是他找了一個八歲大的小男孩接種這種組織液，並讓他感染天花病毒，結果此孩童可以避免罹患天花。愛德華金納因此被後人尊稱為「免疫學之父」。

緊接著的西元 1875~1900 年代是微生物及免疫學的黃金時期。路易士巴斯德 (Louis Pasteur) 便是在西元 1881 年觀察發現，感染霍亂後病患的個體內可誘發免疫反應，並經由實驗而得到減毒性疫苗 (attenuated vaccine)。接著，巴斯德將此發現應用至炭疽病 (anthrax) 之研究，他發現將加熱減毒後的炭疽桿菌 (*Bacillus anthracis*) 疫苗接種至羊身上，可使其避免感染炭疽病而存活，但是未接種疫苗的羊則死於炭疽桿菌的感染。至此幾乎已經說明了免疫系統對於保護個體的重要性。

直到二十世紀初，德國科學家依米爾范波林(Emil von Behring)進行破傷風抗毒素血清(antitoxin serum)被動保護作用試驗，才使得人類對免疫系統的保護機制有了初步的瞭解。西元1900年，保羅艾利克(Paul Ehrlich)提出「選擇理論(selection theory)」來探討血清抗體的來源，他主張製造抗體的細胞，其表面具有專一性側鏈的抗原接受器(side-chain antigen receptor)，可與外來的感染物進行專一性的結合。而後，一直到1930年代，才有Friedrich Breinl與Felix Haurowitz提出「教導理論(instructional theory)」，至1940年代，由Linus Pauling重新定義此概念，以取代「選擇理論」；此理論認為獨特的抗原可作為抗體摺疊的模板，形成抗體與抗原互補的結構。

1950 年代，Niels Jerne、David Talmadge 和 F. Macfarlane Burnet 重新研究觀察「選擇理論」後，提出「株落選擇理論 (clonal selection theory)」(圖 1-1)，指出每個淋巴球對於不同的抗原都具有專一性的接受器，因此，當淋巴球在接觸抗原之前，早已決定接受器的專一性；待抗原與接受器結合後，便可刺激該淋巴球的活化，而產生更多的抗體來對抗此抗原。接著，在西元 1960~2000 年之間，

陸續定義出許多重要的免疫學觀念，包括：抗體的結構、免疫細胞基因的重組及細胞媒介的免疫反應等（如表 1-1），這段時期可說是免疫學的重要發展時期。



● **圖1-1** 株落選擇理論：當抗原入侵宿主體內，會引起某一專一性淋巴球與其作用，並活化此株淋巴球。因此抗原與編號1的淋巴球結合，會大量活化此種淋巴球。

表 1-1 免疫學的發展史

西元年	學 者	研究事跡
1901	Emil von Behring	抗毒素血清的作用
1905	Robert Koch	結核病引起的延遲性過敏反應
1908	Elie Metchnikoff Paul Ehrlich	免疫細胞的吞噬作用 抗毒素的作用
1913	Charles Richet	過敏反應
1919	Jules Bordet	補體調控細菌被溶解的作用
1930	Karl Landsteiner	人類血型（ABO 血型）的發現
1951	Max Theiler	黃熱病疫苗的問世
1957	Daniel Bovet	抗組織胺劑的發明
1960	F. Macfarlane Burnet & Peter Medawar	免疫系統的耐受性
1972	Rodney R. Porter & Gerald M. Edelman	抗體的化學結構
1977	Rosalyn R. Yalow	放射性免疫分析法

表 1-1　免疫學的發展史（續）

西元年	學　者	研究事跡
1980	George Snell, Jean Dausset & Baruj Benacerraf	主要組織相容性複合物 (MHC)
1984	Cesar Milstein & Georges J.F. Köhler	融合瘤技術製備單株抗體
1984	Niels K. Jerne	免疫調節理論
1987	Susumu Tonegawa	抗體基因的重組機制
1991	E. Donnall Thomas & Joseph Murray	移植免疫學
1996	Peter C. Doherty & Rolf M. Zinkernagel	細胞調控專一性的免疫反應

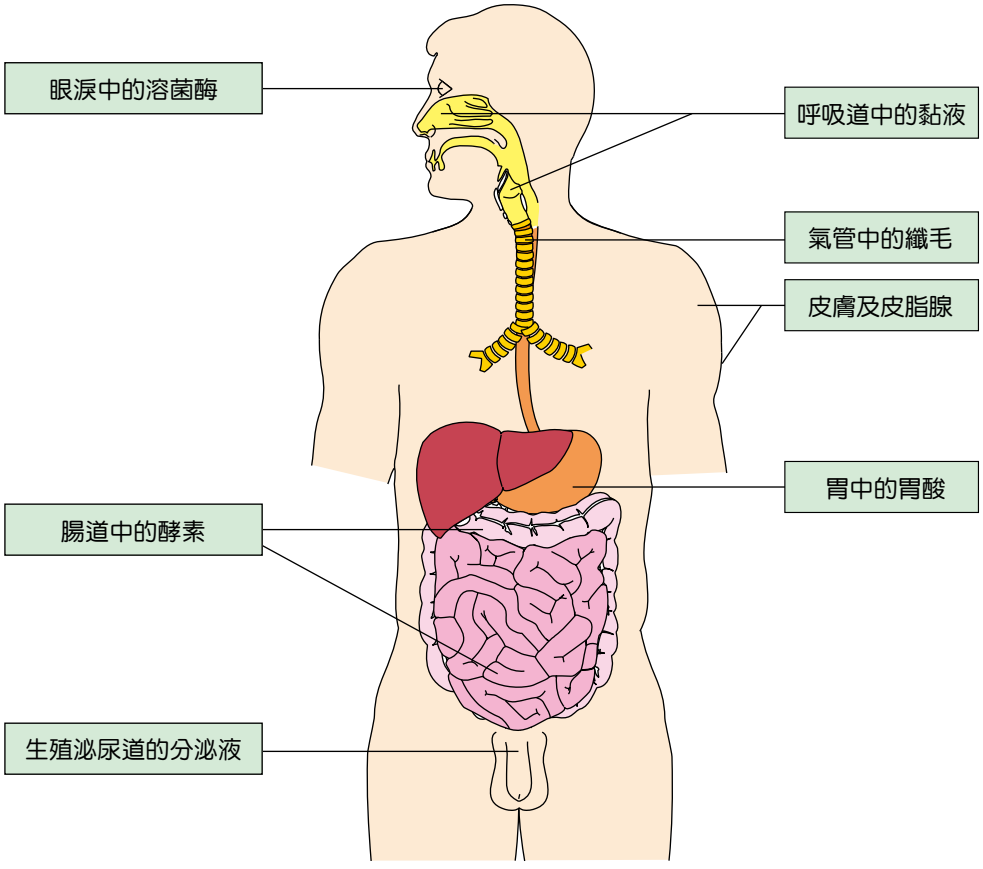
宿主免疫系統的防禦方式 1-1

在演化過程中，就單細胞生物而言，其能辨別出食物、微生物或自身的組成；而多細胞生物則發展出複雜且精密的免疫系統，以執行免疫監視(immune surveillance)的功能，使其能預防及對抗微生物（如細菌、病毒、黴菌）及寄生蟲等的入侵、抵抗外來組織的介入與對抗癌細胞所造成的疾病等，以提供保護的作用，並能降低個體感染的嚴重性。以人類來說，免疫系統的保護作用主要包括了兩道防線：生理屏障及免疫反應。

生理屏障

生理屏障是對抗微生物入侵的第一道防線，包括下列數種，其中皮膚及黏膜為最主要的防禦結構（圖1-2）。

1. 完整的皮膚：其中的角質層可隔離環境中的致病微生物，避免與宿主體內有所接觸；其所分泌的飽和脂肪酸可抑制黴菌的增殖與生長。
2. 眼淚及其他分泌物：其中的溶解酵素，如溶菌酶(lysozyme)可分解細菌的細胞壁。



● **圖1-2** 人體的生理屏障具有天然的保護作用。

3. 汗腺及皮脂腺：其所分泌的酸性物質能殺死病原菌。
4. 呼吸道的纖毛：可進行規律的擺動，將外來物經咳嗽排出。
5. 正常菌叢(normal flora)：可防止病原菌的繁殖，如咽喉或腸道皆存有許多寄生人體的正常菌叢，可保護宿主免於受到致病微生物的感染。
6. 酸鹼值偏低的環境：如在胃部及陰道中，因其酸鹼值較低，而能抑制許多微生物的生存。
7. 完整的黏膜構造：如呼吸道、腸胃道、眼睛、口腔及生殖道等，大多具有分泌的功能，包括：水解酶、分解酶、黏液或消化液等，因此可抑制微生物的生長，而達到保護宿主的效果。

免疫反應

參與免疫反應的細胞如：淋巴細胞及白血球等，主要分布在血液及淋巴器官中，茲簡介如下。

1. 淋巴器官

淋巴器官屬於中樞者稱為原發性淋巴器官(primary lymphoid organ)，包括：肝臟、骨髓(bone marrow)、胸腺(thymus)及法氏囊(bursa of Fabricius)，其功能是參與淋巴組織及淋巴細胞的成熟；位在身體周邊者稱為繼發性淋巴器官(secondary lymphoid organ)，包括：淋巴結(lymphoid nodes)、脾臟(spleen)、黏膜相關淋巴組織(mucosa-associated lymphoid tissue, MALT)、扁桃腺(tonsil)及皮下免疫系統(cutaneous immune system)等，其功能與淋巴細胞的流通或聚集有關。

2. 免疫細胞

參與免疫反應最主要的免疫細胞是淋巴球(lymphocyte)。人體每天製造大約10億個淋巴球，其在原發性淋巴器官（如骨髓或胸腺）中發育成熟後，再由血液送往繼發性淋巴器官，然後經由輸出淋巴管回到血液中，約1~2天後再經由輸入淋巴管回到繼發性淋巴器官，完成淋巴球的循環。此外，單核球、巨噬細胞及與發炎相關的白血球亦共同參與免疫反應。

因此，整個參與免疫反應的細胞包括：B淋巴球(B lymphocyte)、T淋巴球(T lymphocyte)、自然殺手細胞(natural killer cell, NK cell)、樹突狀細胞(dendritic cell)、屬於單核吞噬細胞類的血液中之單核球(monocyte)和組織中的巨噬細胞(macrophage)以及嗜中性白血球(neutrophil)、嗜鹼性白血球(basophil)、嗜酸性白血球(eosinophil)、肥大細胞(mast cell)與血小板等，都將於第4章「參與免疫反應的細胞」中作完整介紹。

免疫反應的種類 1-2

免疫反應可以分為先天性免疫(natural immunity)及後天性免疫(acquired immunity)（如表1-2及表1-3）；而後天性免疫又可分為主動免疫(active immunity)及被動免疫(passive immunity)，分別敘述下。

表 1-2　免疫反應的種類

免疫反應的種類	參與的分子或細胞	功　能
先天性免疫	生理屏障 白血球 補體 可溶性蛋白質	阻隔外界微生物（生理性） 吞噬作用（吞噬性） 發炎反應（發炎性） 溶解微生物或調理作用（解剖性）
後天性免疫	B 細胞 T 細胞	產生抗體參與體液性免疫反應 含 T_H 與 T_C 細胞執行細胞媒介免疫反應

表 1-3　先天性免疫與後天性免疫的比較

種類	先天性免疫	後天性免疫
產生的方式	1. 與生俱來即可抵抗某種微生物的侵犯 2. 包括皮膚與黏膜和各種非專一性的防禦分子 3. 防禦的能力隨年齡、內分泌、代謝與體質而異	需要第一次接觸並對抗原辨識後才能產生具專一性的抵抗能力
參與細胞	顆粒性白血球、單核球、巨噬細胞、自然殺手細胞等	淋巴球（T 細胞與 B 細胞）
循環性分子	溶菌性，補體，急性期蛋白，干擾素 α、β 等	抗體或免疫球蛋白
反覆接觸的影響	不因反覆接觸而增加其濃度及反應	會因反覆接觸而增加其濃度及反應
補體的活化	替代路徑	古典路徑
專一性	－	＋
記憶性	－	＋
接受器	1. 型態辨識接受器 (Pattern-recognition receptors, PRRs) 2. 甘露醣接受器 (Mannose receptor) 3. 類鐸接受器 (Toll-like receptors, TLRs)	1. B 細胞接受器 (B cell receptor, BCR) 2. T 細胞接受器 (T cell receptor, TCR)

※ 後天性免疫：
1. 專一性 (Specificity)。
2. 記憶性 (Memory)：(1) 反應時間變短；(2) 反應能力變強。

先天性免疫 (Natural Immunity)

先天性免疫是指不須接觸過抗原、致病原或微生物，而與生俱來便有的抵抗力，屬於非專一性(non-specificity)的保護機制，包括宿主的生理屏障、白血球的吞噬作用、發炎反應以及可溶性蛋白質的分泌等。

1. 宿主的生理屏障

此為對抗致病性微生物入侵的第一道防線，可阻隔人體內部與外界的互通（圖1-2），以皮膚及黏膜為主要的防禦結構。

2. 吞噬作用

微生物侵入宿主體內，在血液、淋巴循環系統及內臟器官內會被吞噬細胞（如：嗜中性白血球、單核球與網狀內皮系統中的巨噬細胞）所吞噬，而將微生物消滅。

3. 發炎反應

動物本身為了對抗外來的微生物，會活化大量的白血球進行吞噬作用，而產生局部的紅、腫、熱、痛及全身性的發燒等發炎反應。其中以局部發炎反應最常見，其過程為：當生理屏障產生傷口，使得微生物或毒素得以進入組織，而造成局部血管擴張，進而使得局部血流緩慢；此時，白血球則附著於血管壁，使局部血管滲透性增加，造成血漿外滲至受傷及受感染部位；血纖維素接著形成網狀結構，以避免微生物及毒素進一步地侵入和擴散；白血球開始滲出局部血管，並受趨化因子(chemotaxis factor)的作用而到達傷口，吞噬微生物；直到白血球及侵入的微生物完全被清除後，局部的發炎反應才慢慢消失。

4. 可溶性蛋白質的分泌

干擾素(interferon)可抑制病毒繁殖、調節免疫反應以及增強吞噬細胞的活性；溶菌酶則作用於細菌細胞壁，溶解胜肽聚醣層；防衛素(defensin)為陽離子蛋白，可在細胞膜形成離子通透性通道而殺死細菌與黴菌；乳鐵蛋白(lactoferrin)大多存於多形核白血球內的顆粒中，可與細菌競爭結合鐵離子，進而抑制細菌生長。這些可溶性蛋白質的分泌有助於免疫細胞共同抵禦微生物的感染。

後天性免疫 (Acquired Immunity)

後天性免疫反應須在與抗原接觸後，再經由抗體及淋巴細胞以具有專一性的主動方式，刺激免疫反應的產生；另一方面，亦可經由被動的注射專一性抗體而產生抵抗入侵微生物的免疫反應。因此，後天性免疫又可區分為主動免疫與被動免疫（表1-4）。

表 1-4　主動免疫與被動免疫的比較

種　類	主動免疫	被動免疫
免疫能力的來源	個體免疫系統受到外來抗原的刺激而自行產生	來自曾受感染的動物或人類的血清
獲得的方式	個體受到微生物感染、外來抗原侵入或接種疫苗（打抗原）	注射抗血清；胎兒及新生兒從母親獲得抗體（經由胎盤與母乳）（打抗體）
免疫的效果	好	較差
產生的時間	初次注射後約 10~14 天可獲得免疫能力	注射後馬上可獲得免疫能力
維持的時間	數年甚至終身免疫	數天至數週
再次感染	可迅速而且大量產生免疫反應	個體抵抗力逐漸減少
優缺點	缺點：反應慢；優點：具記憶力	優點：反應快 缺點：(1) 不持久；(2) 易引起第三型過敏反應
例子	狂犬病疫苗 (Rabies vaccine)、五合一疫苗 (5 in 1 vaccine)、麻疹腮腺炎德國麻疹混合疫苗 (MMR vaccine)	母體 IgG，蛇毒血清

1. 主動免疫 (Active Immunity)

主動免疫的機制是當外來抗原首次侵入時，宿主體內會自行產生專一性的保護作用，而當下次再遇到相同抗原時，免疫系統便可發揮其記憶特性，產生強大且快速的免疫反應以消滅抗原。而引發主動免疫反應的原因包括：接種疫苗、微生物感染、抗原入侵與器官的移植等，都會使宿主體內產生抗體或活化淋巴細胞，而產生對抗外來抗原的能力。主動免疫的優點為持續效果較長，甚至可以終身免疫；而缺點則為需較久的時間（一般需數天或數個星期）才可刺激免疫系統的活化。

除此之外，主動免疫可區分為細胞媒介免疫反應(cell-mediated immunity)及體液性免疫反應(humoral immunity)，兩者皆具有高度的專一性，其活化的機制有下列三個階段：首先，具有專一性的免疫細胞辨識出外來抗原；接著，免疫細胞因而活化，並產生專一性的反應；最後，再專一性地破壞外來抗原。以下介紹二種主動免疫反應。

(1) 細胞媒介免疫反應 (Cell-Mediated Immunity)

細胞媒介免疫反應主要是由T淋巴球所負責，包括：輔助性T細胞(helper T cell, T_H cell)及毒殺性T細胞(cytotoxic T cell, T_C cell)；並且可分為非T細胞依賴性細胞媒介免疫反應(T-independent cell-mediated immunity)及T細胞依賴性細胞媒介免疫反應(T-dependent cell-mediated immunity)。

非T細胞依賴性細胞媒介免疫反應，即主要經由B細胞產生抗體或吞噬細胞進行吞噬作用等方式直接消滅微生物的免疫反應。而T細胞依賴性細胞媒介免疫反應則需依靠細胞媒介性的細胞毒殺作用，或藉由輔助性T細胞辨識抗原呈現細胞所呈現的抗原，進而分泌細胞激素以調節吞噬細胞、自然殺手細胞及顆粒性白血球的活化，再將微生物消滅，而完成免疫的防禦功能。

(2) 體液性免疫反應 (Humoral Immunity)

當外來抗原侵入宿主體內時，宿主的B淋巴球受到刺激而活化成漿細胞(plasma cell)，並大量分泌免疫球蛋白(immunoglobulin, Ig)來對抗不同的抗原；因此，體液性免疫反應是由B淋巴球所負責。其主要功能包含活化補體系統(complement system)、中和作用(neutralization)、微生物的調理作用(opsonization)與阻止微生物的感染。

而免疫球蛋白是體液性免疫重要的分泌物質，其結構是由輕鏈(light chain)及重鏈(heavy chain)所組成。重鏈分為五大類，即γ、α、μ、δ與ε等重鏈；而重鏈的種類則決定了免疫球蛋白的類型（class或isotype），因此，五種重鏈分別形成五種免疫球蛋白，即IgG、IgA、IgM、IgD與IgE。免疫球蛋白的結構與功能將於第6章介紹。

2. 被動免疫 (Passive Immunity)

被動免疫又稱為應變性免疫(adpative immunity)或特異性免疫(specific immunity)，是直接將抗血清或抗體注射到宿主體內以產生免疫力，亦即用人為的方式使個體被動地得到抵抗力。其優點為可立即使病人體內獲得大量的抗體而消滅微生物；缺點為維持時間較短，而且若抗體係由別種動物所製成，便有可能會出現過敏反應，如：毒蛇咬傷之後注射馬血清中和蛇毒而引發的血清病(serum sickness)。

被動免疫中另一個常見的例子是新生兒的免疫反應。新生兒因免疫系統尚未成熟，故其體內的免疫保護作用主要由來自母體的IgG（透過胎盤獲得）及母乳中的IgA，以避免呼吸道及腸道的感染。然而，這二種被動免疫只能維持3~6個月，當母體不再提供抗體時，嬰兒體內的抗體便會消失，而使嬰兒感染率較成人來得高。

抗原與抗體的反應 1-3

當宿主受到抗原(antigen, Ag)刺激後，B細胞會製造出專一性抗體(antibody, Ab)，而抗體便會與抗原進行結合作用。抗原與抗體可透過氫鍵、靜電力、凡得瓦力及厭水性等方式來結合。另外，抗原的結構是由攜帶體（T細胞辨識的部分）及不完全抗原（B細胞辨識的部分）二部分所合成；位於抗原上的抗原決定位(epitope)是指抗原中可和專一性抗體或T細胞接受器(TCR)結合的部位。抗原的種類包含：外來抗原、自體抗原、同種異體抗原(alloantigen)與過敏原(allergen)等。

抗體又稱為免疫球蛋白(immunoglobulin)，為一種醣蛋白，由輕鏈及重鏈所組成；輕鏈與重鏈又各可分為變異區(variable region)及固定區(constant region)。依重鏈固定區結構的不同，免疫球蛋白可分為五種：IgG、IgA、IgM、IgD及IgE；而大多數血清免疫球蛋白經電泳之後，多位於γ球蛋白區，因此免疫球蛋白亦稱為γ球蛋白(γ-globulin)。

抗原與抗體的作用可分為初次免疫反應與再次免疫反應（表1-5）。

1. 初次免疫反應 (Primary Immune Response)

初次免疫反應是指宿主首次暴露於某種抗原後，數天至數星期內，血漿中即可產生抗體；最早出現的抗體是IgM，接下來是IgG或IgA。

表 1-5　初次免疫與再次免疫反應的比較

	初次免疫反應	再次免疫反應
開始可測得抗體濃度的時間	約 5~10 天	約 1~3 天
抗體到達最高之濃度	較小	較大
抗體種類	通常以 IgM 為主	通常以 IgG 為主
抗體親和力	低	高
誘導抗體產生所需抗原之量	需高量抗原，有佐劑更好	只需少量抗原[註]即可產生很大的免疫反應

註：因為 (1) 認識的淋巴球數目多；(2) 認識的 Ab 親和力上升。

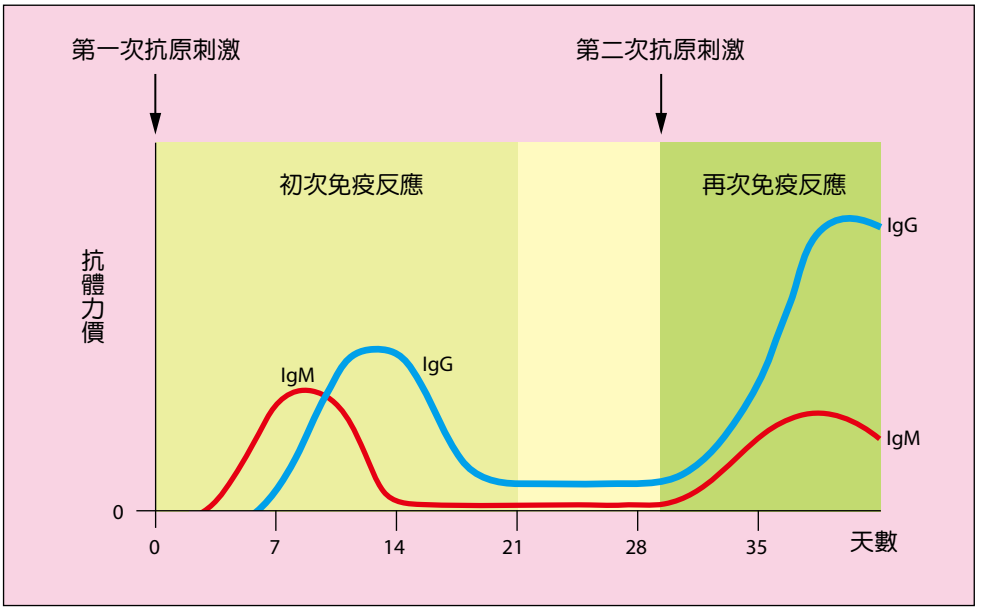


圖1-3　初次免疫與再次免疫反應的抗體濃度比較。

2. 再次免疫反應 (Secondary Immune Response)

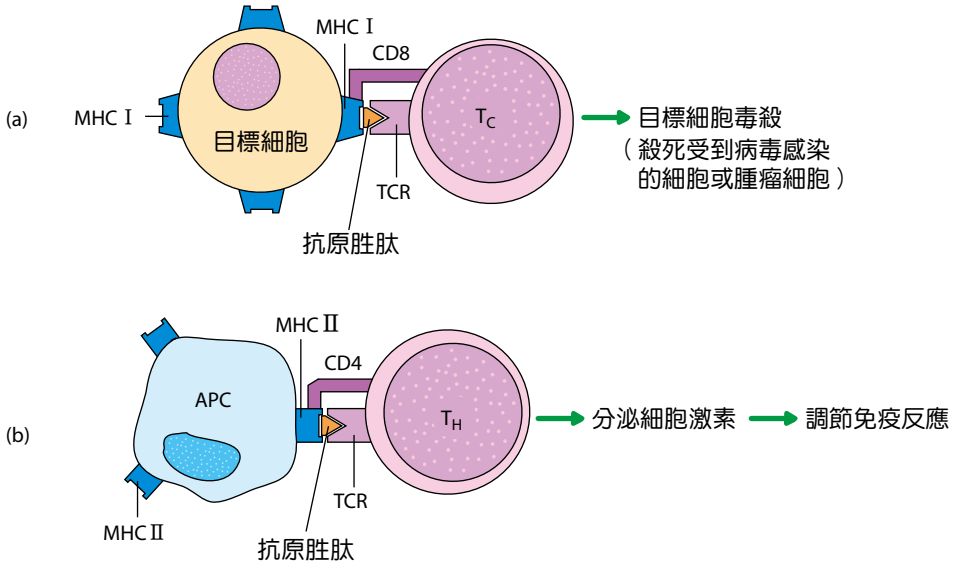
待初次免疫反應後，經過數月或數年，當同樣或類似的抗原再度侵入人體時，便會快速地產生免疫反應，此即稱為再次免疫反應。再次免疫反應所產生的抗體濃度會比初次免疫反應高出許多，主要原因是當個體首次接觸抗原後，體內會出現記憶性B細胞，所以再次遇到相同抗原時，這些記憶性B細胞便會快速且大量地增殖，使得專一性的B細胞及漿細胞株數量增加，而引起再次免疫反應；而此時，IgM的製造與初次免疫反應相當，但IgG的量卻大大地超過初次免疫反應（圖1-3），而此種反應正可說明免疫系統具有記憶性及專一性的特徵。

抗原呈現細胞與 T 細胞的活化 1-4

當抗原侵入宿主體內時，即可刺激B細胞產生抗體而直接與抗原作用，但是卻無法直接活化T細胞；抗原必須經由抗原呈現細胞(antigen presenting cell, APC)處理之後，再由主要組織相容性複合物(major histocompatibility complex, MHC)將抗原呈現給T細胞接受器(TCR)，始能活化T細胞。

此外，不同的MHC分子會活化不同類型的T細胞（圖1-4），其中第一類MHC呈現抗原給毒殺性T細胞(T_C cell)，T_C細胞的表面表現CD8分子，主要的功能是毒殺受病毒感染的細胞或腫瘤細胞。而第二類MHC則負責呈現抗原給輔助性T細胞(T_H cell)，T_H細胞的表面表現CD4分子，當T_H細胞活化時，便會分泌大量的細胞激素(cytokine)來協助其他免疫細胞的活化或調節作用，因此命名為輔助性T細胞。

而不論是毒殺性T細胞或輔助性T細胞，皆包括在細胞媒介免疫反應中，與負責體液性免疫反應的B細胞共同參與宿主的後天性免疫反應。



● **圖1-4** T細胞的活化。(a)目標細胞藉由第一類MHC (MHC Ⅰ)將抗原呈現給毒殺性T細胞(T_C cell)，以活化T_C細胞進行毒殺作用，而將目標細胞毒殺。(b)抗原呈現細胞(APC)則利用第二類MHC (MHC Ⅱ)將抗原呈現給輔助性T細胞(T_H cell)，活化T_H細胞，再使T_H細胞分泌細胞激素以調節免疫反應。

註：APC 包括樹突狀細胞 (dendritic cell)、巨噬細胞 (macrophage)、B 細胞 (B cell)、蘭氏細胞 (Langerhans' cell)、活化的 T 細胞 (activated T cell)。

摘 要 SUMMARY

1. 所謂的「生理屏障」是指人體對抗致病性微生物入侵的第一道防線，其中以皮膚及黏膜為主要的防禦結構。
2. 參與免疫反應的角色，主要包含淋巴器官與免疫細胞。
3. 淋巴器官區分為兩大類：原發性淋巴器官與繼發性淋巴器官。原發性淋巴器官包括肝臟、骨髓、胸腺及法氏囊；繼發性淋巴器官包括淋巴結、脾臟、黏膜相關淋巴組織及扁桃腺等。
4. 先天性免疫是不須接觸過抗原所自然具有的抵抗力，為非專一性先天遺傳的保護機制，包括生理屏障、吞噬作用、發炎反應及可溶性蛋白質的分泌等。
5. 後天性免疫則須在與抗原接觸後，經抗體或淋巴細胞（T細胞與B細胞）產生專一性的免疫反應，或被動地注射抗體以抵抗入侵微生物的免疫反應。
6. 主動免疫的機制是當外來抗原侵入宿主，其體內所自行產生的專一性的保護作用，而且在下次遇到相同抗原時，可發揮免疫系統的記憶特性，產生強大且快速的免疫反應。
7. 細胞媒介免疫反應主要是由T淋巴球所負責，如輔助性T細胞(T_H cell)及毒殺性T細胞(T_C cell)。
8. 體液性免疫反應是由B淋巴球及其產生的抗體（IgG、IgA、IgM、IgD及IgE）所負責。
9. 被動免疫是直接將抗血清或抗體注射到宿主體內而產生免疫力，即以人為方式使個體被動地獲得抵抗力，其優點為病人體內可立即獲得大量的抗體，而缺點則為免疫保護持續的時間較短。

學後測驗 EXERCISE

(C) 1. T細胞的前身在下列何種器官中發育為可以對抗外來抗原的成熟T細胞？ (A) 淋巴結 (B) 脾臟 (C) 胸腺 (D) 肝臟

(C) 2. 下列何者屬於原發性淋巴器官？ (A) 脾臟 (B) 淋巴結 (C) 胸腺 (D) 黏膜相關淋巴組織

(A) 3. 所謂的株落選擇理論(clonal selection theory)是指： (A) 抗原選擇具專一性表面抗體的B細胞 (B) 細胞激素(cytokine)使細胞增殖分化 (C) T細胞在胸腺分化 (D) 抗體基因重組

(A) 4. 下列何種細胞會分泌抗體？ (A) 漿細胞 (B) 巨噬細胞 (C) 幹細胞 (D) 單核球

(B) 5. 能造成體液性免疫及細胞媒介免疫反應之細胞分別為何？ (A) NK細胞與B細胞 (B) B細胞與T細胞 (C) T細胞與NK細胞 (D) T細胞與巨噬細胞

(D) 6. 離開骨髓後，何者為T細胞繼續發育的主要器官？ (A) 淋巴結 (B) 肝臟 (C) 脾臟 (D) 胸腺

(C) 7. 下列何種分子與B細胞的抗原辨識有關？ (A) 第一類主要組織相容性複合物(MHC class I) (B) 第二類主要組織相容性複合物(MHC class II) (C) 抗體 (D) 補體

(C) 8. 出生後，造血幹細胞(hematopoietic stem cell)是由下列何者產生？ (A) 肝臟 (B) 脾臟 (C) 骨髓 (D) 胰臟

(A) 9. 下列敘述與先天性免疫(natural immunity)無關者為： (A) 具備抗原專一性 (B) 吞噬作用(phagocytosis) (C) 輔助後天性免疫(acquired immunity) (D) 分泌與發炎反應相關之細胞激素(cytokine)

(C) 10. 下列在免疫系統中之細胞，何者對抗原具有記憶性？ (A) 巨噬細胞(macrophage) (B) 造血幹細胞(hematopoietic stem cell) (C) 淋巴細胞(lymphocyte) (D) 嗜中性白血球(neutrophil)

(D) 11. 下列哪種細胞不具有抗原呈現的功能？ (A) Macrophage (B) Dendritic cell (C) B cell (D) T cell

(A) 12. 下列哪一種為非特異性的防禦系統？ (A) 發炎反應 (B) 細胞毒殺作用 (C) 抗體的生成 (D) T細胞及B細胞的合作

(A) 13. 下列哪一個屬原始的淋巴器官(Primary lymphoid organ)？ (A) 胸腺 (B) 淋巴結 (C) 脾臟 (D) 肝臟

(C) 14. 不具抗原辨識的專一性(specificity)，但其在對抗一及病毒感染之免疫反應扮演重要角色的免疫細胞為： (A) Helper T cells (B) Cytotoxic T cells (C) Natural killer cells (D) B lymphocytes

(D) 15. 有關次發性免疫反應(secondary immune response)之特性，何者為誤？ (A) 抗體產生較快 (B) 抗體產生的效價較高 (C) 主要為IgG (D) 抗體親和力(antibody affinity)較小

(D) 16. 由於微生物入侵而引起宿主專一性反應的adaptive immunity具備何特點與innate immunity不同？ (A) 能吞噬入侵微生物並以酵素消滅之 (B) 產生干擾素(interferon)干擾微生物的生長 (C) 吸引許多白血球 (D) 可區分自我與非自我的抗原