

中等卫生学校改革教材

微生物学及寄生虫学

WEI SHENG WU XUE JI
JISHENG CHONG XUE

(供护士专业用)



海南出版社

中等卫生学校改革教材

微生物学及寄生虫学

(供护士专业用)

主 编：舒永康 方惠祥
编 者：李烽原 杜兆丰 张若蕙
 湛宝康 方惠祥
主 审：施 凯 曾宪芳

海南出版社

《中等卫生学校护士专业改革教材》编委会

主任委员：刘爱华

副主任委员：康平

编委：（按姓氏笔划为序）

王翔朴 卢义钦 叶雨文 石祥云 孙明 刘金凤 刘忠浩 刘浩安
刘逸舟 朱琢珍 陈大舜 陈永昌 陈尚龙 陈涤瑕 张天庭 吴以平
吴振中 苏先狮 何科文 李安沛 李俊成 余浣珍 邹宪 杨元华
罗正曜 单生魁 金庆达 范俊源 周萍 周娴君 施凯 段庆云
郭娟霞 唐凯麟 梁钜州 盛赛君 黄德福 龚耀先 曾纪芳 曾宪芳
雷衍弘 廖玉兰

中等卫生学校改革教材

微生物学及寄生虫学

（供护士专业用）

主 编：舒永康、方惠祥

责任编辑：唐亦安

海南出版社出版发行

望城县湘江印刷厂印刷

开本：787×1092毫米 1/16 印张：8.75字数：195360

印数：1—10100 1992年12月第1版第1次印刷

ISBN7—80590—212—7/R·2 本册定价：5.47元

根据卫生部关于医学教育改革的精神,1989年,湖南省卫生厅选定护士专业作为全省中等医学教育改革的试点专业,按照培养“实用型”护理人才这一目标,修订了护士专业教学计划和各学科的教学大纲,组织有关专业教师编写了中等卫生学校护士专业改革教材。经过四所学校三年的试用和认真总结,摸索和积累了一些经验,取得了一定成效,得到了广大师生和有关医疗单位的肯定。为了使医学教育进一步适应医学模式的转变,主动适应当前改革形势发展的需要,湖南省卫生厅组织力量在原试用教材的基础上重新编写了这套改革教材,并公开出版发行,以供中等卫生学校、卫生职工中专三年制护士专业使用,相近的助产士专业也可使用。同时,亦可兼作基层卫生人员的自学参考书。

本教材共有十九种,包括医用化学、解剖学及组织胚胎学、生物化学、生理学、微生物学及寄生虫学、医学伦理学、医用遗传学、药理学、病理学、基础护理学、护理心理学、预防医学、中医护理概要、儿科护理学、传染病护理学、妇产科护理学、眼耳鼻咽喉口腔科护理学、内科护理学和外科护理学等。这套教材的内容、范围和体系以教学计划和教学大纲为依据,充分体现中等卫生学校护士专业的培养目标和特点,做到精选内容、主次分明、详略得当、结构严谨,保证了基本内容的科学性和系统性,既注重了基础理论、基本知识和基本技能的教学,又从护士专业的实际情况出发,注意中级护理人才实际技能的训练,加强了实践性教学,淡化了学科意识,有利于培养“实用型”护理人才,改革意识和时代意识比较强。

本教材以湖南省各中等卫生学校教师为主主编,除原试用教材的参编人员以外,吸收了一些资历较深、学术水平较高的教师参加编写,新疆维吾尔自治区等省区的有关学科教师亦参加了协编。担任本教材主审的均为湖南医科大学、湖南中医学院和湖南师范大学以及有关单位的专家、教授,亦广泛征求了全省各中等卫生学校有关学科教师和基层医务人员的意见。其目的在于保证书稿内容的科学、新颖和实用。

为加强对编写工作的领导并提高书稿质量,本教材组织了编写委员会,由湖南省卫生厅刘爱华副厅长担任主任委员。

需要说明的是,本教材有关计量单位均采用国际单位制和我国计量法的新规定。为便于任课教师安排教学进程和指导学生实习,教材后还附有教学大纲和实习指导。

由于教材建设是一项长期而艰巨的任务,编写适合护士专业教学改革的系列教材亦在摸索之中,因此,书中出现错误在所难免,恳切希望使用本教材的同志批评指正。

书中欢迎各位指正。

由建设中医书

前言

本书是根据全国中等医学教育工作会议提出的培养“实用型”人才、以及护士专业教学改革精神编写的。供三年制护士专业使用，相近的助产士专业也可使用。同时，亦可兼作基层卫生人员的自学参考书。

本书设免疫学、微生物学、寄生虫学三篇。免疫学分为7章，微生物学分为20章，寄生虫学分为4章，共计31章。为便于学生课后复习，每章后面附有思考题，全书后面附有实验指导、教学大纲和彩图。

根据培养“实用型”人才这一目标，在免疫学方面着重阐明其基本理论和基本知识，紧密联系医学实际；微生物学方面强化有菌意识，帮助学生树立牢固的无菌观念，扼要阐述各种病原微生物的生物学特性、致病性、诊断标本的采集和运送、以及特异性的防治原则；寄生虫学方面则以寄生虫的生活史为主要环节，阐明其感染方式、致病作用、流行因素和防治原则。在编写中，我们力求深入浅出，删繁就简，通俗易懂，注意知识的更新、护理工作的实用性以及护理学科的新发展。

本书初编和改编过程中，得到省卫生厅科教处和湖南、新疆两省各兄弟卫校的大力支持，在此表示衷心感谢！由于编者水平有限，编写时间仓促，缺点和错误在所难免，恳请各校师生和读者批评指正。

编 者

1992年8月

目 录

上 篇 免疫学

第一章	免疫系统	(2)
第二章	机体的天然防御机能	(5)
第三章	抗 原	(9)
第四章	抗 体	(12)
第五章	免疫应答	(15)
第六章	变态反应	(19)
第七章	免疫学应用	(25)

中 篇 微生物学

第八章	微生物学绪言	(29)
第九章	细菌的形态与结构	(31)
第十章	细菌的生长繁殖与变异	(35)
第十一章	微生物的分布与消毒灭菌	(38)
第十二章	细菌的致病性	(42)
第十三章	病原性球菌	(45)
第十四章	肠道杆菌	(50)
第十五章	弧菌属	(54)
第十六章	几种革兰氏阴性小杆菌	

第十七章	需氧芽胞杆菌	(57)
第十八章	厌氧性细菌	(58)
第十九章	白喉杆菌	(61)
第二十章	分枝杆菌	(63)
第二十一章	病毒总论	(65)
第二十二章	呼吸道病毒	(70)
第二十三章	肠道病毒	(72)
第二十四章	肝炎病毒	(74)
第二十五章	虫媒病毒	(77)
第二十六章	其他病毒	(78)
第二十七章	其他微生物	(80)

下 篇 寄生虫学

第二十八章	寄生虫学概论	(85)
第二十九章	医学蠕虫	(88)
第三十章	医学原虫	(105)
第三十一章	医学昆虫	(111)
微生物学寄生虫学实验指导		(113)
微生物学寄生虫学教学大纲		(126)
彩 图		(135)

上 篇 免 疫 学

免疫学作为一门自然科学仅近百年的历史，但在近年来发展迅速，已成为一门独立的学科。而医学免疫学是免疫学的主要分支，她是研究人体在健康和疾病条件下的免疫现象以及应用免疫学理论和方法进行诊断、预防和治疗的一门科学。许多疾病的发病机制与免疫应答有关，许多疾病的诊断、预防和治疗均需借助于免疫学的方法和理论。所以，免疫学是一门重要的医学课程。

免疫早期的含义只局限于机体抵抗传染的能力，随着科学的发展和基础理论研究的深入，对免疫的认识已超出了抗传染的范围。现已知道，机体的免疫具有以下三种功能。见表1—1。

因此，免疫是机体的一种特异性生理反

表1—1 免疫功能的分类及其表现

功 能	正常表现	异常表现
免疫防御	抗病原体等侵袭	变态反应，免疫缺陷病
免疫稳定	清除损伤或衰老细胞；免疫调节	自身免疫病
免疫监视	防止细胞癌变	发生肿瘤

应，其作用是识别和排除抗原性异物，以维持机体的生理平衡和稳定。这种反应通常对机体是有利的，但在某些条件下亦可以是有害的。简言之，免疫是机体识别和排除抗原性异物的功能。抗原性异物是指病原微生物、寄生虫、异体组织细胞以及某些大分子物质等（详见第三章）。

第一章 免疫系统

免疫系统主宰机体的免疫功能，是执行体液免疫和细胞免疫的机构。免疫系统由免疫器官、免疫细胞和免疫分子组成。

一、免疫器官

免疫器官按其发生和功能不同分为中枢免疫器官和外周免疫器官。

1. 中枢免疫器官：也称一级免疫器官，是免疫细胞发生、分化、成熟的场所。包括胸腺、骨髓和鸟类特有的腔上囊。

①胸腺：它位于胸腔纵隔上部、胸骨后方，分成左右两叶。初生儿胸腺重约10~15克，以后逐渐长大，至青春期最重，约30~40克。青春期以后开始退化。步入老年，胸腺组织大部分被脂肪组织所取代，但仍残留一定的功能。

胸腺是T细胞分化成熟的场所。骨髓中的前T细胞经血流进入胸腺，先在皮质部分迅速大量增殖，然后逐渐移向皮质深层并分裂增殖成为许多小型胸腺细胞。绝大部分小型胸腺细胞不久即死亡，少数($<5\%$)在胸腺内网状上皮细胞提供的微环境及其所分泌的胸腺激素诱导下，继续发育成具有免疫应答能力的成熟T细胞。成熟T细胞随血流迁移至外周免疫器官的一定区域定居。

②腔上囊：又称为法氏囊(bursa of Fabricius)，是鸟类所特有的，位于泄殖腔前上方的一个囊状物。囊壁有许多淋巴细胞。目前认为腔上囊是B细胞分化增殖的场所。人类和哺乳类动物无腔上囊，近年来多数意见认为其B细胞就在骨髓中分化。

③骨髓：是造血器官，其中含有造血多

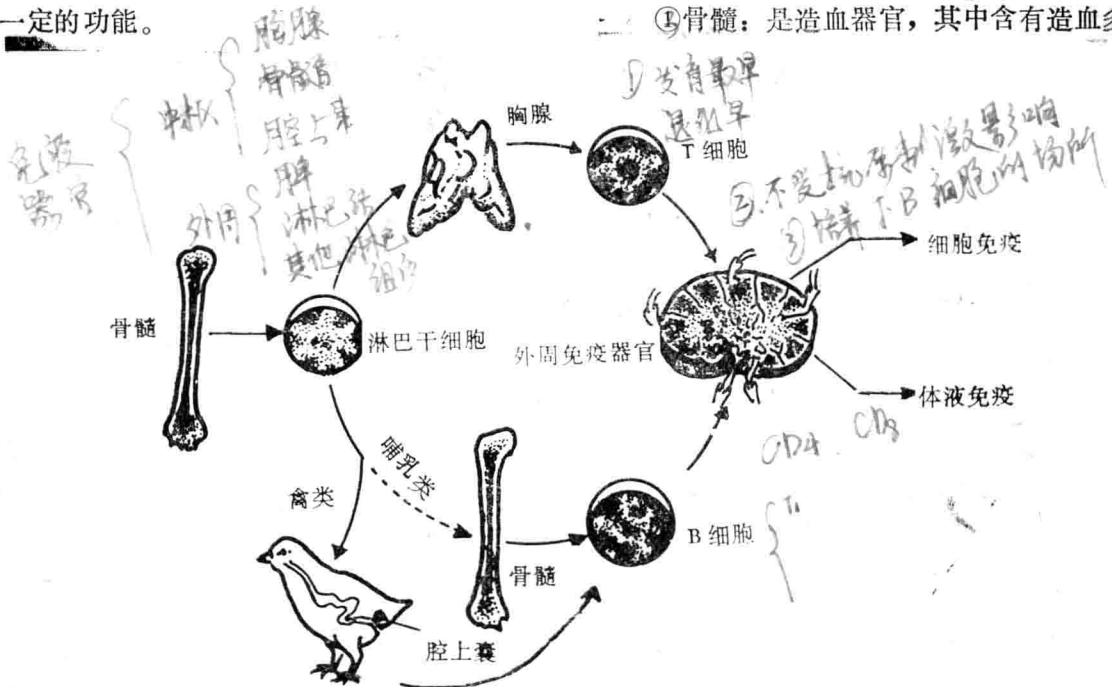


图 1-1 T细胞和B细胞的来源、发育示意图

能干细胞，具有很大的分化潜力，是产生各类细胞包括淋巴细胞的前身细胞的场所。在人和哺乳类动物，它可能还是B细胞成熟的场所。

2. 外周免疫器官：也称二级免疫器官，既是T细胞和B细胞等栖居、增殖的场所，又是产生免疫应答的重要部位。外周免疫器官主要包括淋巴结和脾脏等。来自中枢免疫器官的T细胞主要分布于淋巴结的深皮质区和脾脏中央动脉周围的淋巴鞘；B细胞主要分布于淋巴结的浅皮质区和脾脏脾小结的生发中心。此外，淋巴结和脾脏还含有巨噬细胞，在过滤和清除病原微生物及其毒素等有害物质方面起重要作用（图1-1）。

二、免疫细胞

凡参与免疫应答或与免疫应答有关的细胞统称为免疫细胞。包括淋巴细胞、单核吞噬细胞、粒细胞等。在免疫应答过程中起核心作用的是淋巴细胞，其中能接受抗原刺激而活化、增殖分化，发生特异性免疫应答的淋巴细胞称为抗原特异性淋巴细胞或免疫活性细胞，即T细胞和B细胞。

1. T细胞和B细胞

① T细胞和B细胞的来源、分化和定居：T细胞和B细胞均来源于骨髓的多能干细胞。多能干细胞中的淋巴细胞分化为前T细胞和前B细胞。前T细胞在胸腺分化为T细胞。T细胞即胸腺依赖性淋巴细胞之简称。成熟T细胞经血流分布至外周免疫器官的特定区域定居，并可经血液→组织→淋巴→血液再循环周游全身以发挥免疫调节和细胞免疫功能。正常人周围血液中T细胞约占淋巴细胞的70~80%。

前B细胞在哺乳类动物的骨髓中或鸟类的腔上囊中分化成熟，因而命名为骨髓依赖性淋巴细胞或囊依赖性淋巴细胞，简称B细胞。正常人周围血液中B细胞约占淋巴细胞的20~30%。

② T细胞和B细胞的表面标志和特性：

T细胞和B细胞都是小淋巴细胞，在光镜下难区分。这两群淋巴细胞的膜表面结构成分有一定的差异。这些膜表面结构或成分称为表面标志。

B细胞膜上有抗原受体，它的化学本质是镶嵌于细胞膜脂质双分子层中的免疫球蛋白，称为膜表面免疫球蛋白（SmIg）。T细胞的抗原受体不同于B细胞表面所见到的SmIg，检测SmIg可作为鉴别T细胞、B细胞的标志之一。

人T细胞上有与绵羊红细胞结合的受体，称为E受体。在一定的实验条件下，T细胞能在其周围结合绵羊红细胞而呈玫瑰花状，此实验称为E花结试验。E花结试验可用于检测患者外周血中T细胞的比例及数目。正常成人外周血淋巴细胞E花结形成率（即T细胞所占%）约为60~70%。B细胞无E受体，故E受体是鉴定T细胞的重要标志之一。B细胞表面有Ig的Fc受体、C₃受体等。

T细胞和B细胞还有有丝分裂原受体，因此可受不同的有丝分裂原刺激而转化。植物血凝素（PHA）和刀豆蛋白A（ConA）可刺激T细胞，葡萄球菌A蛋白（SpA）只刺激B细胞。临床上多用PHA或ConA作为刺激剂与外周血T细胞共同孵育作淋巴细胞转化试验，以了解患者的细胞免疫功能状态。

此外，T细胞和B细胞在分化过程中表面可产生分化抗原，可用此来区分亚群。

③ T细胞和B细胞的亚群及其功能：T细胞亚群目前多采用分化群（CD）命名，按其表面分化抗原及其在免疫应答中功能不同分为CD₄和CD₈两大亚群。CD₄T细胞亚群至少包括两种功能不同的类型，即：诱导性T细胞（T_i），能够影响辅助T细胞和抑制性T细胞的成熟；辅助性T细胞（T_H），能辅助B细胞产生抗体。CD₈亚群可分为能抑制B细胞产生抗体的抑制性T细胞（T_s）和对靶细胞有杀伤作用的细胞毒性T细胞（T_c）。

B细胞亚群分类有人根据B细胞产生抗体时是否需要T细胞的辅助分B₁细胞和B₂细胞。

胞。 B_1 细胞为T细胞非依赖性细胞， B_2 细胞为T细胞依赖性细胞（表1—2）。

表1—2 T细胞和B细胞比较表

性 状	T细胞	B细胞
分布（%）		
骨髓	≥ 5	≥ 95
胸腺	100	0
外周血	70~80	20~30
表面标志		
抗原受体	两条多肽链	smIg
E受体	+	—
Fc受体	+	++
C ₃ 受体	—	+
对分裂原的反应		
PHA	+	—
ConA	+	—
SPA	—	+
亚群	T_4 (T_I , T_H) T_8 (T_S , T_C)	B_1 B_2
功能	细胞免疫	体液免疫

2. K细胞和NK细胞

①K细胞：K细胞即杀伤细胞。有人认为它是由骨髓干细胞直接衍化而来的。外周血中约占淋巴细胞的5~10%。K细胞表面有IgG Fc受体，当IgG抗体与靶细胞表面抗原结合后，IgG分子Fc段可与K细胞表面的Fc受体结合，触发K细胞的杀伤作用。这种杀伤作用必须依赖特异性抗体作为桥梁，故称为抗体依赖性细胞介导的细胞毒作用（ADCC）。目前认为，K细胞在机体抗某些肿瘤、抗病毒感染和在清除自身的衰老细胞方面发挥一定作用（图1—2）。

②NK细胞：即自然杀伤细胞。其来源于骨髓，它不同于K细胞，不需要抗体参与，能直接杀伤某些肿瘤细胞或病毒感染的细胞，目前认为它是免疫监视功能的重要执行者。

3. 单核吞噬细胞

单核吞噬细胞是指血液中的大单核细胞和组织中的巨噬细胞。单核吞噬细胞来源于

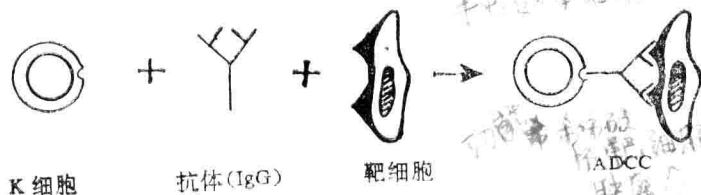


图 1—2 K细胞破坏靶细胞作用示意图

骨髓多能干细胞。它的表面有IgGFc受体、C₃b受体，有助于其吞噬功能的进一步发挥。它除能吞噬清除病原微生物以及衰老和突变的细胞外，还具有处理抗原和传递抗原信息的作用，能将抗原信息传递给免疫活性细胞。此外，它还能分泌多种活性物质，在免疫调节等方面发挥重要作用。

三、免疫分子

免疫分子是指抗体、淋巴因子、补体

等，其特性与功能详见有关章节。

思考题

1. 何谓免疫？免疫有何功能？
2. 人类的免疫器官有哪些？各有何主要功能？
3. 何谓免疫活性细胞？T细胞和B细胞各有何主要特性？
4. 单核吞噬细胞有哪些免疫功能？

第二章 机体的天然防御机能

一、遗传性
二、非特异性

三、特异性
四、免疫系统

抗微生物

机体的天然防御机能，是机体在长期的种系发育与进化过程中逐渐建立起来的。它的特点是经遗传而获得，个体出生时就已具有，其作用并非专门针对某一种微生物，故又称为非特异性免疫或先天免疫。

机体的天然防御机能主要由屏障结构、吞噬细胞、正常组织和体液中的抗微生物物质等组成。

一、屏障结构

(一) 皮肤和粘膜屏障

1. 机械阻挡与排除作用：健康完整的皮肤和粘膜是阻止微生物向体内入侵的第一道的防线。体表上皮细胞的脱落更新，可清除大量粘附于其上的细菌。呼吸道粘膜的纤毛不停地向上摆动可将细菌排至咽部，再由此咯出。

2. 局部分泌液的抗菌作用：皮肤和粘膜除机械阻挡与排除作用之外，其分泌物尚有一定程度的抗菌作用。皮肤的汗腺分泌乳酸；皮脂腺分泌脂肪酸；唾液、泪液及鼻咽、气管分泌物中存在的溶菌酶；胃液中的胃酸；消化道的蛋白分解酶等，都有抑菌或杀菌作用。

3. 正常菌群的拮抗作用：人的体表以及与外界相通的腔道中的正常菌群，对某些病原菌有拮抗作用，故对机体起保护作用。

(二) 脑血屏障

血脑屏障主要由软脑膜、脑毛细血管壁和包在血管壁外的由星状胶质细胞形成的胶质膜所构成。这些组织结构致密，病原菌及其他大分子物质通常不易通过，故能保护中枢神经系统。小儿由于血脑屏障发育未完善，

容易发生脑部感染。

(三) 血胎屏障：血胎屏障是由母体子宫内壁的基蜕膜和胎儿的绒毛膜滋养层细胞共同构成。此屏障不妨碍母胎之间的物质交换，但能防止母体内病原微生物的穿过，从而保护胎儿免受感染。在妊娠的前三个月内，此屏障尚不完善，故孕妇在妊娠早期受风疹病毒、巨细胞病毒、柯萨基病毒等感染可致胎儿畸形、流产或死胎。

二、吞噬细胞

(一) 吞噬细胞的种类

吞噬细胞可分为二类：中性粒细胞和单核吞噬细胞。

(二) 吞噬细胞在体内的吞噬过程，大致可分为三个阶段。

1. 吞噬细胞同病原微生物相接触：这种接触可以是偶然相遇，也可以通过趋化因子等物质的吸引作用。肺炎球菌、链球菌、白喉杆菌等的多糖物质，以及补体活化后的某些裂解产物，均能吸引吞噬细胞向感染部位移动和集中。

2. 吞入病原微生物：吞噬细胞与病原微生物接触后，对细菌等较大的物质，吞噬细胞伸出伪足将其包围，摄入细胞浆内，形成一层膜包绕的吞噬体。对于病毒等较小的物质，则在其附着处的吞噬细胞膜向胞浆内陷形成吞饮小泡，将其包裹在小泡之中。吞噬体形成后，逐渐离开细胞边缘而向细胞中心移动。

3. 杀死、破坏病原微生物：在吞噬细胞胞浆中，含有许多溶酶体等颗粒。当吞噬体形成后，溶酶体便与吞噬体靠拢，两者融合

成吞噬溶酶体。溶酶体中所含的多种酶类释放于吞噬溶酶体内,起到杀灭和消化细菌的作用(图1—3)。

(三) 吞噬的后果

多数细菌被吞噬后,即被杀死和消化,称为完全吞噬。也有少数细菌如结核杆菌、

伤寒杆菌等,在无特异性免疫力的机体内,虽被吞噬却不能将其杀死,甚至可在吞噬细胞内繁殖,称为不完全吞噬。不完全吞噬反而使细菌得到保护,免受抗体及药物的作用,并能随游走的吞噬细胞扩散到机体的其他部位,造成感染的扩散。

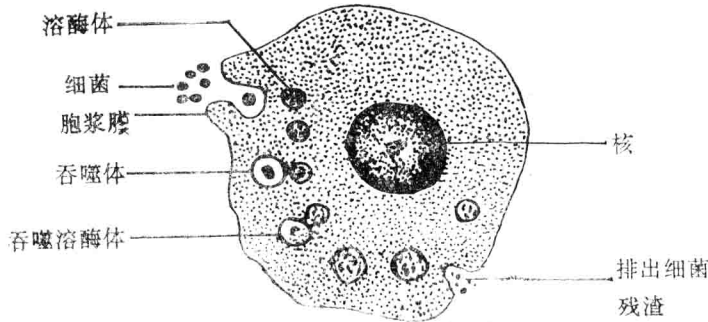


图 1—3 吞噬细胞的吞噬过程

三、正常组织和体液中的抗微生物物质

(一) 补体

1. 补体的概念、组成及性质: 补体是人或动物体液中正常存在的一组与免疫有关的并具有酶活性的球蛋白。补体成分按其被发现的先后分别命名: “C” 代表补体; 以 C_1 、 C_2 、 C_3 …… C_9 代表先后发现的 9 种成分。其中 C_1 由 C_{1q} 、 C_{1r} 和 C_{1s} 三个亚单位组成。当补体被激活时, 则在数字上方加一短横线表示, 如 C_1 、 C_{42} ; 对其裂解产生出的片段则另加英文小写字母, 如 C_{3a} 、 C_{3b} 等。

补体约占正常人血清球蛋白总量的 10%。含量相对稳定。其活性很不稳定, 加热 56°C 30 分钟即被灭活。许多理化因素如紫外线、振荡、酒精等均可破坏补体。

2. 补体的激活: 补体的激活主要有两条途径, 即经典途径和替代途径。

① 经典激活途径: 又称传统途径或 C_1 激活途径。这条途径从抗原抗体复合物与 C_{1q} 结合开始, 依次激活各补体成分直到 C_9 。其反应顺序为: C_{1q} 、 C_{1r} 、 C_{1s} 、 C_4 、 C_2 、 C_3 、 C_5 、 C_6 、 C_7 、 C_8 、 C_9 。例如, 细胞膜上有抗原抗体复合物, 就能激活识别单位 C_{1q} 、

C_{1r} 、 C_{1s} , 在 Ca^{2+} 存在时, 形成 C_1 。 C_1 分解 C_4 与 C_2 , 形成 C_{4b2b} (C_3 转化酶), 后者分解 C_3 产生 C_{3a} 与 C_{3b} , C_{3b} 与 C_{4b2b} 形成 C_{4b2b3b} (C_5 转化酶) 而分解 C_5 , 产生 C_{5a} 与 C_{5b} , C_{5b} 则与 C_6 、 C_7 结合成 C_{567} 复合物而攻击靶细胞, 继而激活 C_8 、 C_9 形成 C_{56789} , 引起细胞的严重损伤, 终使细胞溶解(图 1—4)。

② 替代激活途径: 替代激活途径与经典途径不同之处在于由某些激活物(如细菌的脂多糖、酵母多糖等)在正常血清中的某些蛋白质成分(如起动因子, B 因子、D 因子、备解素等)参与下, 越过 C_1 、 C_4 、 C_2 三种成分直接激活 C_3 使之裂解, 继而完成 $C_5 \sim C_9$ 各成分的激活反应, 故又称为旁路途径或 C_3 途径。

替代途径的激活, 在机体受到病原体感染的早期起着重要的抗感染作用。在尚未产生相应的抗体难以激活经典途径的情况下, 替代途径的激活有利于及早消灭侵入的病原微生物。

在补体激活过程中, 在机体内受到许多因素的调节和控制。正常血清中存在许多天然的补体抑制物, 如 C_1 抑制因子、 C_3b 灭活

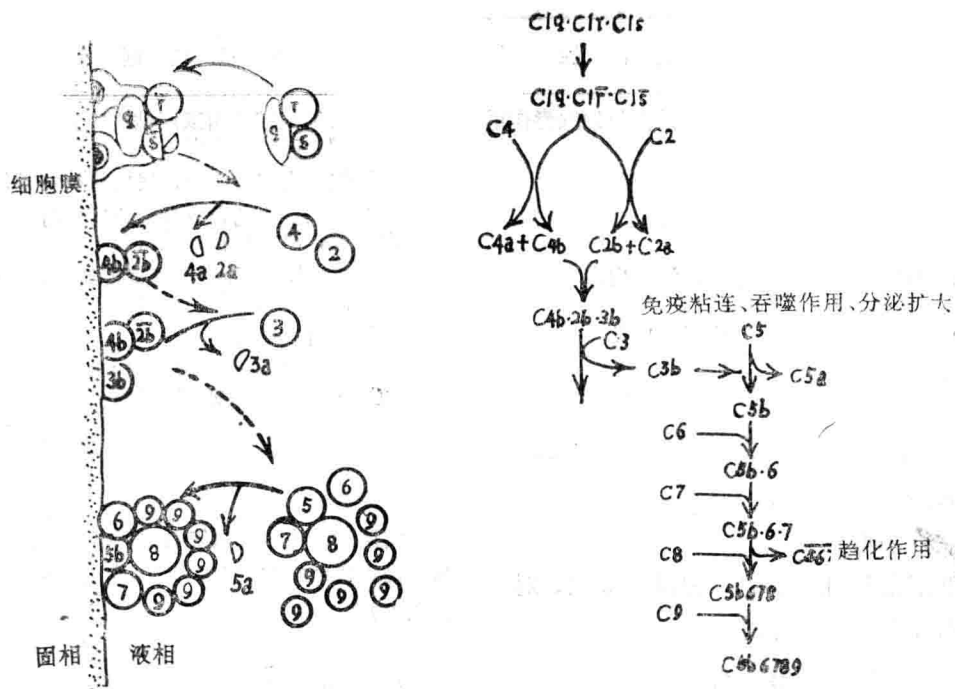


图1—4 补体经典激活途径及其在细胞膜上的移位对照示意图

因子等，可以控制补体的活化过程，使其活化过程在适当的时候终止。

3. 补体的生物学作用：补体成分及其激活后裂解产物具有以下主要生物活性。见表。

①溶菌、杀菌及细胞毒作用：补体能协助杀灭或溶解某些革兰氏阴性菌，如沙门氏菌、嗜血杆菌及弧菌等。革兰氏阳性菌一般不被溶解，这可能因其细胞壁的结构特殊或细胞壁表面缺乏补体作用的底物。

除细菌之外，补体还能溶解某些细胞，如红细胞、白细胞及血小板等。

②调理作用：吞噬细胞表面具有C₃b受体。吸附有C₃b的细菌或其他颗粒物质容易与吞噬细胞结合而促进吞噬。这种作用称为补体的调理作用。

③免疫粘附：抗原抗体复合物激活补体之后，可通过C₃b而粘附到表面有C₃b受体的红细胞、血小板或某些淋巴细胞上，形成较大的聚合物，容易被单核吞噬细胞吞噬清除。因此，免疫粘附可增进吞噬作用。

④中和及溶解病毒：在病毒与相应抗体

形成的复合物中加入补体，可明显增强抗体对病毒的中和作用，阻止病毒对靶细胞的吸附和穿入。另外，近年来发现补体对某些RNA肿瘤病毒有溶解作用。

⑤炎症介质作用：C₂a具有激肽样作用，能增加血管通透性，引起炎症充血，故称其为补体激肽。C₃a和C₅a具有过敏毒素作用，可使肥大细胞和嗜碱性粒细胞释放组织胺，引起血管扩张，增加毛细血管通透性，以及使平滑肌收缩和支气管痉挛。C₃a、C₅a、C_{5b-6-7}是趋化因子，均能吸引吞噬细胞使其向反应部位移动。因而可以增强炎症反应（表1—3）。

（二）溶菌酶

溶菌酶是一种碱性蛋白，主要来源于吞噬细胞，广泛分布于血清及泪液、唾液和鼻涕等分泌物中。溶菌酶能作用于革兰氏阳性菌的细胞壁成分——肽聚糖，切断连接N—乙酰葡萄糖胺和N—乙酰胞壁酸的聚糖链，从而破坏细胞壁，使细菌发生低渗性裂解。中性粒细胞和巨噬细胞中均含有多量溶菌

表1—3

补体成分及其裂解产物的生物活性

补体成分或裂解分物	生物活性	作用机制
C ₁ —C ₉	溶菌、杀菌与细胞毒作用	嵌入细胞膜磷脂双层结构中，使细胞膜穿孔，细胞内容物渗漏
C _{3b} 、C _{4b}	调理作用	与细菌或细胞结合，使之易被吞噬细胞吞噬
C _{3b}	免疫粘附	与抗原抗体结合成复合物后粘附于红细胞或血小板，使复合物易被吞噬
C _{1q} 、C ₄	中和、溶解病毒	与某些RNA肿瘤病毒直接结合，病毒与相应抗体形成复合物，结合补体
C _{2a}	补体激肽	增强血管通透性
C _{3a} 、C _{5a}	过敏毒素	与肥大细胞或嗜碱性粒细胞结合，释放出组胺等介质，使毛细血管扩张
C _{3a} 、C _{5a} 、C ₅₆₇	趋化因子	借其梯度浓度吸引中性粒细胞及单核细胞

酶，对吞噬杀灭细菌有重要意义。

(三) 乙型溶素

乙型溶素是血清中的一种碱性多肽，对革兰氏阳性菌有杀伤作用。

思 考 题

1. 机体的天然防御机能有何特点？它是由哪些

因素构成的？

2. 屏障结构与吞噬细胞的吞噬作用在机体的天然防御机能中有何重要意义？不全完吞噬对机体有何危害？

3. 什么叫补体？补体激活的经典途径和替代途径有何异同？补体有哪些主要生物学活性？

第三章 抗 原

一、抗原的概念

抗原是指能与相应淋巴细胞上的受体特异性结合，并诱导该淋巴细胞产生免疫应答的物质。

抗原具有两种性能，即免疫原性与免疫反应性。

免疫原性（又称抗原性）是引起免疫应答的性能，也就是促使机体产生抗体或致敏淋巴细胞的性能。

免疫反应性是指与免疫应答的产物抗体或致敏淋巴细胞发生特异性反应的性能。

具有免疫原性和免疫反应性的物质，称为完全抗原。通常所称的抗原是指的完全抗原，如各种病原微生物等。只有免疫反应性而无免疫原性的物质称为半抗原或不完全抗原，如类脂、多糖等。半抗原分子较小，若与蛋白质大分子颗粒结合，便可获得免疫原性而成为完全抗原，这种大分子物质则称为载体。

二、构成抗原物质的条件

（一）异物性

异物性是指抗原与所刺激的机体自身物质的差异。抗原与机体的种系关系越远，其差异越大，抗原性也就越强。例如病原微生物对人来说，其抗原性就强。种系关系较近，则抗原性弱。例如鸭血清蛋白对鸡来说，抗原性相对地弱，而对兔来说，则相对地强。

自身物质一般无抗原性，但与淋巴细胞从未接触过的自身物质（如眼晶状体蛋白）或理化性状发生改变的自身物质，机体的淋巴细胞也会把它们当成异物识别从而表现出抗原

性。

（二）一定的理化性状

一般认为，凡具有抗原性的物质，其分子量都比较大，通常在10,000以上。低于4,000者一般不具有抗原性。因为分子量越大，其表面的抗原决定簇就越多，化学结构也比较稳定，不易被机体破坏或排除，在体内可停留较久，与免疫活性细胞有充分的接触机会。总的规律是分子量越大，抗原性越强。但也有例外。明胶分子量100,000左右，但因其为直链氨基酸组成，缺乏苯环氨基酸，在体内易降解成低分子物质，故抗原性弱。若在明胶分子中引入少量酪氨酸（2%），抗原性就显著增强。所以，作为抗原物质除分子量大之外，还要求有一定的化学成分和结构。

（三）特异性

抗原的特异性表现在免疫原性上，也表现在免疫反应性上。前者是某一特定抗原只引起机体某一特定免疫应答，即产生针对该抗原的特异性抗体和/或致敏淋巴细胞；后者是指某一特定抗原只与其相应的抗体和/或致敏淋巴细胞特异性结合而出现反应。

抗原的特异性是由抗原分子表面的特殊化学基团的性质、数目和空间构型所决定的。这种决定或控制抗原特异性的特殊化学基团称为抗原决定簇。

三、医学上重要的抗原物质

（一）异种抗原

1. 病原微生物与寄生虫：病原微生物与寄生虫含有蛋白质、多糖、类脂、核酸等许多复杂成分，实质上是多种抗原组成的复合

体。以细菌为例，其主要抗原就有表面抗原、菌体抗原和鞭毛抗原等。不同种类的病原微生物所含抗原成分有差别，可以根据其抗原特异性，用免疫学方法鉴定由患者体内分离的病原微生物或测定患者血清中特异性抗体，用来帮助诊断疾病。也可以用病原微生物制成疫苗作预防接种，提高人群的免疫力，控制传染病的流行。

2. 细菌外毒素和类毒素：细菌外毒素具有很强的抗原性，能刺激机体产生抗毒素（抗体）。在实践中，用甲醛使外毒素脱毒成为类毒素。类毒素仍保留着外毒素的抗原性，可刺激机体产生抗毒素，故可用于人工免疫。

3. 动物免疫血清：临床上用来防治白喉、破伤风等疾病的抗毒素，一般都是用类毒素免疫马制备的。马的免疫血清对患者具有二重性。一方面，它含有特异性抗体（抗毒素），可以中和相应的毒素，起到防治作用；另一方面，马血清对人而言是异种蛋白质，具有抗原性，可引起血清病。

4. 其他：如鱼虾、奶制品等食物；磺胺、青霉素等药物；某些植物花粉以及某些化工原料或用品等，可作为完全抗原或半抗原，使某些人发生变态反应。

（二）同种异型抗原

同种不同个体的组织、细胞成分存在不同的特异性抗原，称为同种异型抗原。

1. 红细胞的血型抗原：人的红细胞存在许多种血型物质，如ABO血型系统、Rh血型系统等。血型（主要是ABO型）不同的人互相输血，可引起严重溶血反应。母胎Rh或ABO血型不合可引起新生儿溶血症（详见第六章）。

2. 人类白细胞抗原（HLA）：又称组织相容性抗原。HLA存在于有核细胞的细胞膜上，或以可溶性状态存在于血液和体液中，其形成受遗传支配。同一个体的各种组织细胞其膜上的HLA完全相同，而不同个体除同卵双生者外，HLA一般不会完全相同，所

以同种异体间皮肤或器官移植时，常因移植物上存在着受者所没有的HLA成分，从而刺激受者产生免疫应答，发生移植排斥反应，使移植物难以长期存活。

（三）自身抗原

能引起自身免疫应答的自身组织成分称为自身抗原。如在胚胎期从未与自身淋巴细胞接触过的隔绝成分（晶体蛋白、甲状腺球蛋白、精子、脑组织等）或在感染、药物、烧伤、电离辐射等因素影响下抗原性发生改变的自身成分。自身抗原可引起自身免疫应答而造成组织损伤。

（四）异嗜性抗原

它是一种与种属特异性无关的，存在于人、动物、植物、微生物之间性质相同的抗原。这一现象首先是由福斯曼（Forssman）氏发现，故亦称福斯曼抗原，有些病原微生物与人体某些组织具有共同抗原成分，例如溶血性链球菌的某些抗原成分分别与肾小球基底膜和心肌组织有共同抗原，当机体感染了该菌并产生相应抗体后，这些抗体可与含相应抗原的组织起反应，并引起损伤。

临床辅助诊断也常借助于异嗜性抗原。例如引起原发性非典型肺炎的肺炎支原体与MG株链球菌间有异嗜性抗原；引起斑疹伤寒的立克次体与变形杆菌某些菌株也有异嗜性抗原；可采用交叉凝集反应以协助诊断。

（五）肿瘤抗原

肿瘤抗原是指细胞癌变过程中出现的新抗原物质。包括肿瘤特异性抗原和肿瘤相关抗原。前者仅存在于肿瘤细胞，后者并非肿瘤细胞所特有，只是当细胞癌变时其含量明显增加，发生了量的变化，但无严格的肿瘤特异性。例如甲种胎儿蛋白（简称甲胎蛋白，AFP），原为胎儿肝细胞合成，是胎儿血清中的正常成分，出生后含量极微，几乎消失。在原发性肝癌患者的血清中甲胎蛋白又明显增高，这是癌变的肝细胞所产生的。因此，检查患者血清中AFP可协助诊断原发性肝癌（表1—4）。

表1—4

医学上重要抗原和临床意义

类 型 名 称	抗 原 物 质	临 床 意 义
异种抗原	微生物、寄生虫、毒素	引起抗感染免疫
	类毒素	预防接种
	动物免疫血清	免疫治疗, 引起变态反应
	花粉	引起变态反应
	药物半抗原	引起变态反应
同种异型抗原	ABO血型抗原	引起溶血反应
	HLA	引起移植排斥反应
自身抗原	精子、脑组织等(隐蔽的自身抗原)	引起自身免疫病
	分子结构改变的组织(修饰的自身抗原)	引起自身免疫病
异嗜性抗原	链球菌与肾小球基底膜或心肌的共同抗原	引起肾小球肾炎、心肌炎
肿瘤相关抗原	甲胎蛋白(AFP)等	原发性肝癌的诊断

四、佐剂

能增强机体免疫应答的物质称为佐剂。

一般应用时与抗原同时或预先注射于机体。例如明矾、氢氧化铝等可分散抗原分子而增大抗原表面积, 能提高抗原的免疫原性, 故用明矾沉淀的白喉类毒素比单纯的白喉类毒素免疫原性强。这一类佐剂常供人体使用。

另一些物质如羊毛脂、石蜡油等能包被抗原物质从而延长抗原与淋巴细胞的接触时间, 也能提高抗原的免疫原性。

思 考 题

1. 何谓抗原? 构成抗原物质的条件有哪些?
2. 医学上有哪几类重要的抗原物质? 了解这些抗原物质有何意义?