

基层卫生人员中等医学学历教育系列丛书

BINGYUANSHENGWUXU
YUNHANYIXU

病原生物学 与免疫学

——。 主编 张力平 魏秋芬 。——

◆ 天津科技翻译出版公司

基层卫生人员中等医学学历教育系列丛书

病原生物学与免疫学

主编 张力平 魏秋芬

 天津科技翻译出版公司

图书在版编目(CIP)数据

病原生物学与免疫学 / 张力平, 魏秋芬主编. —天津: 天津科技翻译出版公司, 2009.8 (2010.4 重印)

(基层卫生人员中等医学学历教育系列丛书)

ISBN 978-7-5433-2488-6

I. 病… II. ①张… ②魏… III. ①病原微生物—医学教育—教材 ②医药学: 免疫学—医学教育—教材 IV. R37 R392

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 138215 号

出 版: 天津科技翻译出版公司

出 版 人: 蔡 颢

地 址: 天津市南开区白堤路 244 号

邮 编: 300192

电 话: (022) 87894896

传 真: (022) 87895650

网 址: www.tsttpc.com

印 刷: 河北省廊坊市华北石油华星印务有限公司

发 行: 全国新华书店

版本记录: 787×1092 16 开本 9 印张 207 千字

2009 年 8 月第 1 版 2010 年 4 月第 2 次印刷

定价: 18.00 元

(如发现印装问题, 可与出版社调换)

前言

医学免疫学、医学微生物学和人体寄生虫学是基础医学中的重要学科。为了发展基层的医疗卫生事业,进一步提高基层医务工作者的医学理论知识水平,我们围绕基层卫生人员的培养目标,编写出《病原生物学与免疫学》。在编写中,我们力求突出重点,兼顾全面,深入浅出,简明扼要,语言规范,通俗易懂,同时注重该教材密切联系临床工作实际,在坚持科学性的同时兼顾实用性。因此,本书除用于基层卫生人员中等医学学历教育外,也适用于其他层次的医学专业学生参考使用。但鉴于免疫学和病原生物学的不断发展,本书很难将新理论和新知识悉数囊括。同时,由于编者水平有限,书中难免存在问题和不足之处,恳请读者给予批评指正,多提宝贵意见,以便今后再版时改正错误,进一步完善。

编者

2009年7月

目 录

第一章 医学免疫学	1
第一节 抗原	2
第二节 免疫球蛋白与抗体	5
第三节 补体系统	12
第四节 主要组织相容性复合体和细胞因子	19
第五节 免疫系统	24
第六节 免疫应答	29
第七节 超敏反应	36
第八节 免疫学应用	47
第二章 医学微生物学	56
第一节 细菌的形态与结构	57
第二节 细菌的生理	60
第三节 消毒与灭菌	63
第四节 细菌的遗传与变异	65
第五节 细菌的感染与免疫	66
第六节 病原性球菌	72
第七节 肠道杆菌	75
第八节 弧菌属	78
第九节 厌氧芽胞梭菌	78
第十节 结核分枝杆菌	80
第十一节 其他细菌	82
第十二节 其他微生物	83
第十三节 病毒总论	86
第十四节 呼吸道病毒	92
第十五节 肠道病毒	94
第十六节 肝炎病毒	96
第十七节 其他病毒	99

第三章 人体寄生虫学 102

第一节	总论	103
第二节	线虫	105
第三节	吸虫	116
第四节	绦虫	122
第五节	医学原虫概述、阿米巴和鞭毛虫	127
第六节	孢子虫	132
第七节	医学节肢动物	135

第一章

《

医学免疫学

学习目标

1. 需掌握的内容

- (1) 抗原的概念、特性及抗原的分类
- (2) 补体系统的组成、理化性质补体系统的激活途径
- (3) B 细胞介导的体液免疫应答与 T 细胞介导的细胞免疫应答
- (4) 超敏反应的分型及各型常见的疾病的诊断与防治

2. 需熟悉的内容

- (1) 医学上重要的抗原
- (2) 免疫球蛋白分子的结构及免疫球蛋白的生物学功能
- (3) 免疫学在防治及诊断方面的应用

第一章 医学免疫学

概 述

一、免疫与免疫学

(一) 免疫的概念

免疫是指机体免疫系统识别“自己”和“非己”，对自身成份产生天然免疫耐受，对非己异物产生排除作用的一种生理反应。正常情况下，此种生理反应可维持机体内环境稳定，产生对机体有益的保护作用。在有些情况下，免疫超强或低下也能产生对机体有害的结果，如引起超敏反应、自身免疫病和肿瘤等。

(二) 免疫学

免疫学是生命科学的一个重要组成部分，是研究机体免疫系统的组织结构和生理功能的一门学科。免疫学始于医学微生物学，以研究抗感染免疫为主，现已广泛渗透到医学的各个领域，发展成为一个具有多个分支和与其他多个学科交叉融合的生物科学。

医学免疫学是研究人体免疫系统的组成与功能、免疫应答的规律与效应、免疫功能异常所致疾病及其发生机制以及免疫学诊断与防治的一门生物科学。

二、免疫的功能与表现

正常情况下，免疫系统所执行的免疫功能可维持机体内环境相对稳定，具有保护性作用；免疫功能异常时，可产生病理性免疫损伤作用。免疫系统有三种功能。

1. **免疫防御** 是机体防御、清除病原生物等外来抗原性异物侵袭的一种免疫保护功能，即通常所指的抗感染免疫作用。免疫防御功能异常增高可引发超敏反应；反应过低或缺失则可引发免疫缺陷病或对病原体高度易感。

2. **免疫自稳** 是机体免疫系统及时清除体内衰老、损伤或变性细胞，而对自身成分处于耐受状态，以维持内环境相对稳定的一种生理功能。免疫自稳功能失调，可引发自身免疫性疾病。

3. **免疫监视** 是机体免疫系统及时识别、清除体内突变细胞和病毒感染细胞的一种生理性保护作用。免疫监视功能失调，可引发肿瘤或病毒持续性感染。

第一节 抗 原

一、抗原的概念和特性

(一) 抗原的概念

抗原 (Ag) 是一类能够刺激机体免疫系统启动特异性免疫应答，产生抗体和 (或) 致敏淋巴细胞，同时又能与相应的免疫应答产物，即相应抗体和 (或) 致敏淋巴细胞，在体

内或体外发生特异性结合的物质。

(二) 抗原的特性

1. 抗原的基本特性

(1) 免疫原性：指抗原能够刺激机体产生免疫应答，即刺激机体产生抗体和（或）效应 T 细胞的能力。

(2) 抗原性：指抗原能与免疫应答产物，即相应抗体和（或）效应 T 细胞特异性结合，产生免疫效应的能力，又称免疫反应性。

同时具有免疫原性和抗原性的物质称为完全抗原；只有抗原性而无免疫原性的简单小分子物质（如某些多糖、脂类和药物），称为半抗原或不完全抗原。半抗原单独作用无免疫原性，当与蛋白质载体结合成完全抗原后，可刺激机体产生针对半抗原的特异性抗体。

2. 抗原的特异性 抗原除了具有以上两种基本特性外，还有一个重要的性质即特异性，抗原能和相应的抗体和（或）致敏淋巴细胞发生特异性结合的性质。

决定抗原特异性的物质基础是抗原分子表面的抗原决定基。

(1) 抗原表位（抗原决定基）：是指抗原物质表面决定抗原特异性的化学集团。抗原表位的性质、数目和空间构型影响着抗原的特异性。抗原特异性是免疫应答最基本、最主要的特点，也是建立免疫学诊断、预防和治疗的理论依据。

(2) 共同抗原：两种不同的抗原之间存在的相同或相似的抗原表位，称为共同抗原。共同抗原可引起交叉反应。

二、决定抗原免疫原性的条件

(一) 异物性

异物性是一种物质作为抗原的首要条件，异物的本质即免疫系统从未接触过的物质。

根据异物来源分为三种：异种物质（如各种病原体、动物蛋白）、同种异体物质（ABO 血型抗原、组织相容性抗原）、改变和隐蔽的自身成分（如眼球晶状体蛋白）。

(二) 一定的理化性状

抗原性的相对分子质量一般在 10 000 以上；一定的化学组成：抗原性的强弱依次为蛋白质、核酸、糖类；物理状态：颗粒性抗原的免疫原性要强于可溶性抗原。

(三) 其他因素

免疫途径影响着抗原的免疫原性，一般为皮内强于皮下，皮下强于肌肉，肌肉强于静脉。另外，机体的遗传因素、年龄、性别和健康状态会影响对抗原性异物的应答能力。

三、抗原的分类

(一) 根据抗原性能分类

根据抗原的性能（即免疫原性和抗原性），可将抗原分为完全抗原和不完全抗原（半抗原）两类。

(二) 根据诱导抗体产生是否需要 T 细胞辅助分类

1. 胸腺依赖性抗原 简称 TD-Ag，此类抗原刺激 B 细胞产生抗体需要 Th 细胞辅助。绝大多数天然抗原都是 TD 抗原，如各种病原体、异种或同种异体细胞和血清蛋白等。

2. 胸腺非依赖性抗原 简称 TI-Ag，此类抗原刺激 B 细胞产生抗体无需 Th 细胞辅助。

如细菌荚膜多糖、聚合鞭毛素等。

胸腺依赖性抗原与胸腺非依赖性抗原的区别见表 1-1-1。

表 1-1-1 胸腺依赖性抗原与胸腺非依赖性抗原的区别

抗原类别	TD-Ag	TI-Ag
T 细胞参与	需要	不需要
引起体液免疫应答	可以	可以
引起细胞免疫应答	可以	可以
产生抗体类别	IgG+其他	IgM
是否有免疫记忆	有	无

(三) 根据抗原与机体的亲缘关系分类

1. **异种抗原** 是指来自其他物种的抗原性物质。包括各种病原生物、外毒素、类毒素和抗毒素。①病原微生物可将其制成疫苗，进行预防接种；②外毒素是细菌产生的，可刺激机体产生相应的抗体即抗毒素；③外毒素经甲醛脱毒处理后保留免疫原性，即为类毒素，用类毒素给人接种，可预防由相应外毒素引起的疾病；④用外毒素免疫动物，可获得相应抗体即抗毒素。抗毒素源于动物免疫血清，作为抗体，能与相应外毒素特异性结合，具有防治疾病的作用；作为异种蛋白，有可能诱导机体产生超敏反应。因此，临床应用此类生物制剂前，必须做皮肤过敏试验。

2. **同种异型抗原** 是指同一种属、不同个体间所具有的抗原性物质。人类同种异型抗原主要有红细胞血型抗原（包括 ABO、Rh 等血型抗原）、人类主要组织相容性抗原。

(1) **ABO 血型抗原**：根据红细胞表面所含 A、B 抗原的不同，可将人类血型分为 A、B、AB 和 O 四种类型。每个人的血清中不含与其本人相对应的天然血型抗体。

(2) **Rh 血型抗原**：红细胞表面具有 Rh 抗原者，其血型为 Rh 阳性；不表达 Rh 抗原者，其血型为 Rh 阴性。正常情况下，人体血清中不存在针对 Rh 抗原的天然抗体。当 Rh 阳性红细胞进入 Rh 阴性个体时，可刺激机体产生针对 Rh 抗原的 IgG 类免疫血型抗体。此类血型抗体可通过胎盘，有可能引起血型为 Rh 阳性的胎儿流产或发生新生儿溶血症。

3. **自身抗原** 是指能够诱导机体发生自身免疫应答或自身免疫性疾病的自身组织成分，主要包括隐蔽抗原或改变的自身抗原。

(1) **隐蔽抗原**：某些自身组织成分在外伤、感染或手术不慎等情况下释放出来，进入血液或淋巴液后，被相应淋巴细胞识别，成为自身抗原，可引起自身免疫性疾病。如精子释放入血可导致男性不育、眼晶状体蛋白释放入血可引发交感性眼炎。

(2) **改变/修饰的自身抗原**：在病原生物感染和某些物理（如辐射）和化学（如药物）因素影响下，自身组织结构发生改变，形成自身抗原，即可刺激机体产生免疫应答，重者可引发自身免疫性疾病。如服用甲基多巴类药物后引起的自身免疫性溶血性贫血等。

四、医学上重要的抗原

(一) 病原微生物及其代谢产物

包括细菌、病毒、螺旋体、寄生虫和细菌产生的外毒素等，是具有较强免疫原性的抗原物质。

(二) 动物的免疫血清

外毒素和类毒素免疫动物制备的免疫血清, 对人而言是具有免疫原性的异种蛋白质, 用于人体治疗时, 可刺激机体产生抗动物免疫血清的抗体, 当机体再次接受该种动物血清治疗时, 有可能引起超敏反应, 因此使用前一定要做皮肤试验。

(三) 异嗜性抗原

异嗜性抗原又称 Forssman 抗原, 是指一类与种属无关, 存在于人、动物、植物和微生物之间的共同抗原。

例如: A 族链球菌的细胞膜与人肾小球基底膜和心肌组织具有共同抗原, A 族链球菌感染后, 刺激机体产生的抗体有可能与人肾脏和心肌组织中的共同抗原发生交叉反应, 引起肾小球肾炎或心肌炎; 大肠杆菌 O14 型脂多糖与人结肠黏膜有共同抗原存在, 有可能引发溃疡性结肠炎。

(四) 肿瘤抗原

肿瘤抗原包括肿瘤特异性抗原和肿瘤相关性抗原。肿瘤特异性抗原是肿瘤细胞表面特有的抗原; 肿瘤相关性抗原是指正常组织细胞可出现但微量, 而发生肿瘤时明显升高的抗原。肿瘤相关性抗原对于肿瘤的诊断有重要意义, 例如甲胎蛋白与原发性肝癌有关、癌胚抗原与消化道肿瘤有关。

同种异型抗原和自身抗原参见本节第三部分。

五、超抗原和佐剂

(一) 超抗原

超抗原是一类主要由细菌外毒素和某些病毒蛋白产物组成的抗原性物质。此类抗原作用不受主要组织相容性复合体限制, 无抗原特异性, 也无需抗原提呈细胞加工处理, 只需极低浓度即可引起强烈的免疫应答, 故称超抗原。

(二) 佐剂

佐剂是指先于抗原或与抗原同时注入体内后, 能够增强机体对抗原免疫应答能力或改变免疫应答类型的物质。

佐剂的种类主要包括: ①生物性佐剂, 如卡介苗、短小棒状杆菌、百日咳杆菌、细菌脂多糖等; ②无机化合物佐剂, 如氢氧化铝; ③人工合成佐剂, 如多聚肌苷酸: 胞苷酸。

目前用于人体的佐剂主要包括氢氧化铝、明矾、多聚肌苷酸: 胞苷酸、胞壁酰二肽和细胞因子。

弗氏不完全佐剂和弗氏完全佐剂是动物实验中最常使用的佐剂。

佐剂的主要用途: ①增强特异性免疫应答, 用于预防接种和动物抗血清的制备; ②作为非特异性免疫增强剂, 用于抗肿瘤和慢性感染的辅助治疗。

第二节 免疫球蛋白与抗体

免疫球蛋白(Ig)是指具有抗体活性或化学结构与抗体相似的球蛋白。免疫球蛋白在血清中主要以 γ 球蛋白为主, 是一种糖蛋白。

抗体是 B 细胞识别抗原后增殖分化为浆细胞所产生的一类能与相应抗原特异性结合

的球蛋白。抗体主要存在于血液和组织液内，也可存在于其他体液如呼吸道黏液、小肠黏液、唾液以及乳汁中。

抗体是介导体液免疫的重要效应分子，与相应抗原（如病原体、毒素）特异性结合，发挥抗感染作用。

抗体均是免疫球蛋白，而免疫球蛋白并不一定是抗体。

一、免疫球蛋白分子的结构

（一）免疫球蛋白的基本结构

免疫球蛋白的基本结构（即 Ig 单体）是由两条相同的长链即重链（H 链），和两条相同的短链即轻链（L 链），通过链间二硫键连接组成的一个四肽链分子。以 IgG 为例，免疫球蛋白分子的基本结构及功能区组成如图 1-2-1 所示。

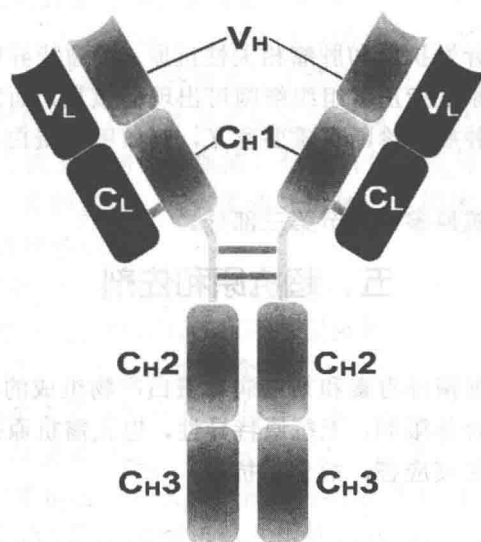


图 1-2-1 免疫球蛋白（IgG）分子基本结构及功能区示意图

1. 轻链和重链 根据 H 链结构和抗原性的不同，将 H 链分为五类，即 μ 、 γ 、 α 、 δ 和 ϵ 链；与轻链组成的 Ig 分别称为 IgM、IgG、IgA、IgD 和 IgE。根据 L 链的结构和抗原性不同，将其分为 κ 和 λ 两型。一个天然 Ig 分子上两条轻链的型别总是相同的。

2. 可变区与恒定区 免疫球蛋白 H 链近 N 端 1/4 或 1/5 区段内和 L 链近 N 端 1/2 区段内，氨基酸残基的组成和排列顺序多变，称为可变区（V 区）；其余近羧基端（C 端）的氨基酸残基组成和排列顺序相对稳定，称为恒定区（C 区）。H 链和 L 链的 V 区分别称为 V_H 和 V_L ；H 链和 L 链的 C 区分别称为 CH 和 CL 。

在 V_H 和 V_L 中各有 3 个氨基酸组成、排列顺序及构型更易变化的特定区段，称为超变区。 V_H 和 V_L 结构的超变区共同组成 Ig 的抗原结合部位，该部位能与相应抗原表位互补结合，因此超变区又被称为互补决定区。

3. 功能区及其主要功能

（1）功能区：Ig 轻链有 V_L 和 CL 两个功能区；IgG、IgA 和 IgD 的重链有 V_H 、 $CH1$ 、

CH2 和 CH3 四个功能区；IgM 和 IgE 的重链有五个功能区，即多一个 CH4 功能区。

(2) 各功能区的主要作用：VH 和 VL 能特异结合抗原；CH 和 CL 具有 Ig 同种异型遗传标志；IgG 的 CH2 和 IgM 的 CH3 具有补体 C1q 结合位点，可参与补体经典途径的激活；IgG 的 CH2 可介导 IgG 通过胎盘；IgG、单体 IgA 的 CH3 和 IgE 的 CH2、CH3 能与多种免疫细胞表面相应受体结合，并由此介导免疫细胞产生不同的生物学效应。

4. 铰链区 铰链区位于 CH1 与 CH2 之间。该区易伸展弯曲，通过改变构型利于与抗原结合，也利于暴露出补体结合点而激活补体。此外，铰链区对木瓜蛋白酶和胃蛋白酶敏感，经酶水解处理后，可使 Ig 从该区断裂为几个不同的片段。五类 Ig 中，IgG、IgA 和 IgD 的 CH1 与 CH2 之间有铰链区，IgM 和 IgE 无铰链区。

5. 连接链 (J 链) 和分泌片

(1) J 链：存在于分泌型 IgA (SIgA) 和 IgM 中，由浆细胞合成，连接单体 Ig 分子。血液中 IgM 是由 IgM 单体分子通由 J 链连接成的五聚体；SIgA 为 IgA 二聚体，并与分泌片以非共价键结合。J 链与 Ig 的组成和转运有关。

(2) 分泌片：由黏膜上皮细胞合成分泌，是 SIgA 的一个重要组成部分。分泌片通过与 IgA 二聚体结合，介导 SIgA 从黏膜下转运至黏膜表面；保护 SIgA 铰链区，使其不被蛋白酶水解。

(二) 免疫球蛋白的水解片段

免疫球蛋白可以在铰链区被一些蛋白酶所水解 (图 1-2-2)。

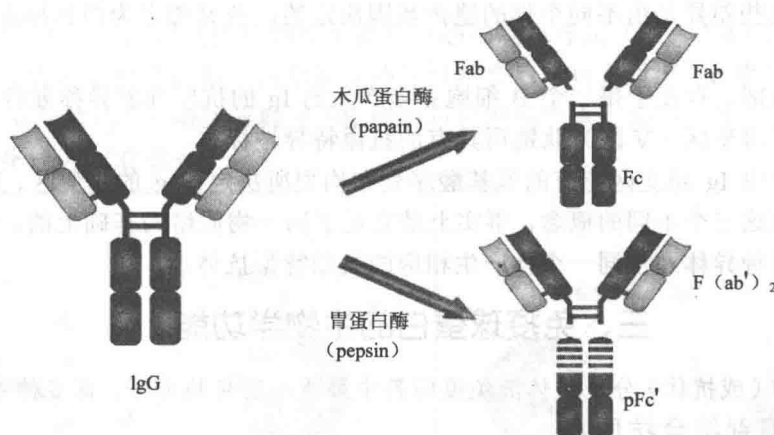


图 1-2-2 免疫球蛋白的水解片段

1. 木瓜蛋白酶的水解片段 木瓜蛋白酶水解免疫球蛋白，可将其重链在铰链区链间二硫键近氨基端 (N 端) 处断裂，形成两个完全相同的抗原结合片段 (Fab) 和一个可结晶片段 (Fc)。每个 Fab 段具有单价抗体活性，只能与一个相应的抗原表位结合，因此他们与相应抗原结合后不能形成大分子免疫复合物。Fc 段为可结晶片段，在低温时可结晶析出。

2. 胃蛋白酶的水解片段 胃蛋白酶水解免疫球蛋白，可将其重链在铰链区链间二硫键近羧基端 (C 端) 处断裂，获得一个大分子片段即 F(ab')₂ 片段和若干小分子片段。F(ab')₂ 片段具有双价抗体活性，与相应抗原结合后可形成大分子复合物，发生凝集或沉

淀反应。小分子片段称 pFc', 无生物学活性。

根据上述酶解特性, 用胃蛋白酶水解破伤风抗毒素等抗体制剂, 可大大减少临床使用时可能引起的超敏反应。

二、免疫球蛋白的血清型

免疫球蛋白是蛋白质, 有一定的抗原性。异种动物或同种动物不同个体之间, 血清注射时会有不同程度的免疫反应, 能够刺激机体产生相应的抗体, 即抗抗体。利用此种抗体检测分析免疫球蛋白的抗原表位, 可将其分为同种型、同种异型和独特型三种血清型。

(一) 同种型

同种型是指同一种属所有个体的 Ig 分子共有的抗原特异性标志。Ig 同种型抗原特异性因种属不同而异, 为种属的遗传标记。同种型抗原表位存在于 Ig 恒定区内, 根据 IgCH 的结构和抗原特异性 (即同种型抗原表位) 的不同, 可将 Ig 分为 IgG、IgA、IgM、IgD 和 IgE 五类; 其中 IgG、IgA 和 IgM 又分成若干亚类 (IgG_{1~4}、IgA_{1~2}、IgM_{1~2}); IgD 和 IgE 尚未发现亚类。根据 CL 的结构和抗原特异性的不同将 Ig 分为 κ 和 λ 两型, 每个 Ig 分子中的两条轻链都是相同的, 在一个 Ig 单体分子上不可能同时出现 κ 和 λ 型两种轻链。

(二) 同种异型

是指同一种属不同个体之间的 Ig 分子抗原性的不同, 在同种异体动物之间免疫可诱导免疫反应。同种异型为个体型标志, 主要表现在 Ig 分子的 CH 和 CL 上的一个或数个氨基酸的不同, 这些差异是由不同个体的遗传基因决定的, 故又称之为遗传标志。

(三) 独特型

同一个体内部, 存在于每一个 B 细胞克隆产生的 Ig 的抗原性差异称独特型, 是每个免疫球蛋白分子可变区 (V 区) 肽链所具有的抗原特异性标志。

独特型表位由 Ig 超变区特有的氨基酸序列和构型所决定。Ig 的超变区、抗原结合部位和独特型表位这三个不同的概念, 事实上是立足于同一物质结构基础上的。独特型表位可刺激异种、同种异体乃至同一个体产生相应的抗独特型抗体。

三、免疫球蛋白的生物学功能

免疫球蛋白 (或抗体) 分子是体液免疫应答中最重要的免疫分子, 有多种生物学活性。

(一) 特异性识别结合抗原

免疫球蛋白的可变区 (V 区) 与抗原分子的抗原决定基特异性结合, 发挥多种生物学作用。

在体内免疫球蛋白通过其 V 区与细菌毒素等结合, 可中和毒素、中和或抑制病原体的生长; 在补体的辅助下, 可溶解细菌、被病毒感染的细胞及肿瘤细胞。

在体外免疫球蛋白通过其 V 区与抗原结合后, 可引起各种抗原抗体反应, 利于建立各种免疫学实验方法。

(二) 活化补体系统

IgG_{1~3} 和 IgM 与相应抗原结合后, 可激活补体经典途径; IgG₄、IgA 的凝聚物可激活补体旁路途径。补体激活可产生溶菌效应和介导调理作用。

(三) 结合 Fc 受体

有些细胞上有 Fc 受体, Ig 通过 Fc 段与细胞上的 Fc 受体结合, 可引起不同的生物学效应。

1. 介导 I 型变态反应 IgE 类的抗体也称亲细胞抗体, IgE 抗体由于其 Fc 段的结构特点, 可在游离情况下与表达相应受体的细胞结合, 介导 I 型变态反应的发生。

2. 调理作用 抗体可通过 Fc 段与表达 Fc 受体的细胞结合, 促进吞噬细胞吞噬细菌等颗粒性抗原的作用 (图 1-2-3)。

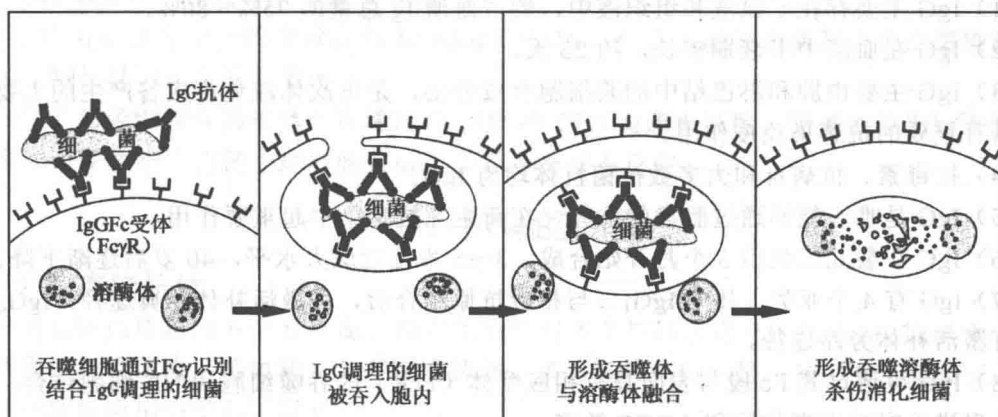


图 1-2-3 抗体介导的调理作用

3. ADCC 作用 也称抗体依赖性细胞介导的细胞毒作用 (图 1-2-4), 即 IgG 类抗体与肿瘤或病毒感染细胞表面相应抗原表位特异性结合后, 可通过其 Fc 段与 NK 细胞表面相应的 IgG Fc 受体结合, 增强或触发 NK 细胞对靶细胞的杀伤破坏作用。巨噬细胞和中性粒细胞也可介导 ADCC 效应。

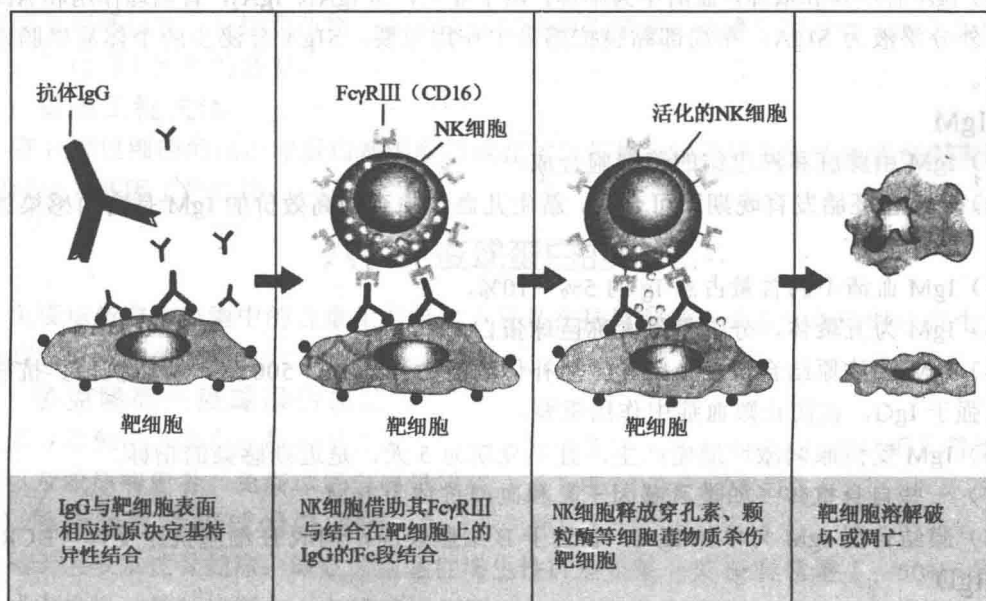


图 1-2-4 NK 细胞介导的 ADCC 作用

4. 穿过胎盘屏障和黏膜 人类 IgG 抗体是唯一能够从母体通过胎盘转运到胎儿体内的免疫球蛋白。对新生儿抗感染具有重要意义。此外, SIgA 可通过分泌片介导穿越呼吸道、消化道等黏膜上皮细胞, 到达黏膜表面发挥重要局部抗感染免疫作用。

四、各类免疫球蛋白的主要特性和功能

(一) IgG

- (1) IgG 主要存在于血液和组织液中, 约占血清 Ig 总量的 75%~80%。
- (2) IgG 在血清中半衰期较长, 约 23 天。
- (3) IgG 主要由脾和淋巴结中的浆细胞合成分泌, 是再次体液免疫应答产生的主要抗体, 具有重要的抗感染免疫作用。
- (4) 抗毒素、抗病毒和大多数抗菌抗体均为 IgG。
- (5) IgG 是唯一能够通过胎盘的抗体, 在新生儿抗感染中起重要作用。
- (6) IgG 在婴儿出生后 3 个月开始合成, 3~5 岁接近成人水平, 40 岁后逐渐下降。
- (7) IgG 有 4 个亚类, 其中 IgG_{1~3} 与相应抗原结合后, 可激活补体经典途径, IgG₄ 凝集物可激活补体旁路途径。
- (8) IgG 可通过其 Fc 段与表面具有相应受体 (FcR) 的吞噬细胞和 NK 细胞结合, 从而产生促进吞噬的调理作用和 ADCC 效应。

(二) IgA

- (1) IgA 主要由黏膜相关淋巴组织的浆细胞合成。
- (2) IgA 在婴儿出生后 4~6 个月开始合成, 至青少年达成人水平。但初乳中含有一定的 SIgA, 对新生儿抗感染起到一定的作用, 应提倡母乳喂养。
- (3) IgA 血清中的含量占总 Ig 的 15%。
- (4) IgA 有单体和双体。血清中为单体, 两个亚类, 即 IgA₁、IgA₂, 有调理作用和 ADCC 作用; 外分泌液为 SIgA, 在局部黏膜抗感染中作用重要, SIgA 分泌少的个体易患肠道过敏性症。

(三) IgM

- (1) IgM 由脾脏和淋巴结的浆细胞合成。
- (2) IgM 在胚胎发育晚期即可合成, 新生儿血清中查到高效价的 IgM 是宫内感染的指标。
- (3) IgM 血清中的含量占总 Ig 的 5%~10%。
- (4) IgM 为五聚体, 分子量最大称巨球蛋白。
- (5) IgM 的抗原结合价多, IgM 激活补体的能力强于 IgG 500 倍, 所以抗菌、抗病毒的能力强于 IgG, 在防止败血症中作用重要。
- (6) IgM 受抗原刺激后最先产生, 且半衰期为 5 天, 是近期感染的指标。
- (7) 一些自身抗体 (如类风湿因子) 和血型抗体为 IgM。
- (8) 膜结合型 IgM 为单体 IgM, 表达于 B 细胞表面, 构成 B 细胞抗原受体 (BCR)。

(四) IgD

- (1) IgD 由扁桃体、脾脏的浆细胞合成。
- (2) IgD 在个体发育中生成较晚。

(3) IgD 在血清中的含量占总 Ig 的不足 1%。

(4) 膜结合型 IgD 是 B 细胞抗原受体 (BCR) 的受体之一, 不成熟的 B 细胞只表达分泌性 IgD (SIgD)。

(五) IgE

(1) IgE 由扁桃体、鼻咽部、支气管、胃肠道等黏膜固有层的浆细胞合成。这些部位正是变应原入侵和超敏反应的好发部位。

(2) IgE 在个体发育中生成最晚。

(3) IgE 在血清中的含量占总 Ig 的为 0.002%。但在过敏性疾病和寄生虫感染患者血清中, 特异性 IgE 含量显著增高。

(4) 为亲细胞性的抗体, 可通过其 CH2 和 CH3 与肥大细胞、嗜碱性粒细胞表面相应高亲和力受体结合而使上述细胞致敏, 介导 I 型变态反应。

五、抗体的制备

(一) 多克隆抗体

多克隆抗体是由多个 B 细胞克隆产生的针对多个抗原决定基的抗体。用抗原免疫动物后获得的免疫血清 (抗血清) 为多克隆抗体。多克隆抗体特异性不高, 易出现交叉反应, 因此在实际应用中受到了限制。

(二) 单克隆抗体

单克隆抗体是用杂交瘤技术制备的, 由一个 B 细胞克隆产生的、完全均一的、针对一个抗原表位的抗体。

单克隆抗体具有纯度高、抗原结合特异性强的特点, 此外还具有易于体外大量制备和纯化等优点, 因此已广泛应用于医学、生物学各领域。例如: ①用单克隆抗体代替多克隆抗体, 能克服交叉反应, 提高免疫学实验的特异性和敏感性; ②制备识别细胞表面特异性标志的单克隆抗体, 与抗癌药物、毒素或放射性物质耦联, 构建生物导弹, 用于肿瘤临床治疗; ③可用于细胞的分型。

(三) 基因工程抗体

将 B 淋巴细胞的免疫球蛋白基因取出或在体外扩增, 然后导入受体细胞使之表达, 获得的成分为基因工程抗体。

六、免疫球蛋白的异常

免疫球蛋白在血清中的含量相对稳定, 只是在抗原刺激下或发生疾病时才发生变化, 有升高或降低的表现。

(一) 多克隆高免疫球蛋白血症

多克隆免疫球蛋白升高称多克隆高免疫球蛋白血症, 见于麻风、结核、疟疾等慢性传染病以及胶原病患者。免疫球蛋白明显增高, 以 IgG、IgA、IgM 为主。

(二) 单克隆高免疫球蛋白血症

见于①多发性骨髓瘤: 即浆细胞恶性增生性肿瘤, 某一类 Ig 异常增多; 50%~60% 的患者尿中检出一种凝溶蛋白, 在尿液加热至 50~60 °C 发生沉淀, 加热至沸点时蛋白又溶解, 称为本-周蛋白。②巨球蛋白血症: 血清中出现大量均一性的 IgM, IgM 具有较高的