



高等医学院校医学基础课

教学指导



医学免疫学

主 编 明景裕
副主编 马碧书

高等医学院校医学基础课教学指导

医学免疫学

主 编 明景裕
副 主 编 马碧书
编 委 李汇明 刘媛媛

 云南大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

医学免疫学/明景裕主编. —昆明:云南大学出版社,
2009

(高等医学院校医学基础课教学指导)

ISBN 978-7-81112-750-8

I. 医… II. 明… III. 医药学:免疫学—医学院校—教
学参考资料 IV. R392

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 014747 号

高等医学院校医学基础课教学指导

医学免疫学

主 编: 明景裕

策划组稿: 徐 曼

责任编辑: 叶枫红

封面设计: 刘 雨

出版发行: 云南大学出版社

印 装: 昆明益民印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 4

字 数: 97 千

版 次: 2009 年 2 月第 1 版

印 次: 2009 年 2 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-81112-750-8

定 价: 20.00 元(两册)

云南大学出版社地址: 云南大学英华园内(邮编: 650091)

电 话: 0871-5031071 5033244

网 址: <http://www.ynup.com> E-mail: market@ynup.com

前 言

2004 年，昆明医学院海源学院微生物学暨免疫学教研室编写了《医学免疫学教学指导》（试用），经五年教学实践，老师和同学的评价均较好。

目前，我教研室以全国高等医药规划教材《医学免疫学》（第 5 版）为蓝本，参阅其他教材，在原书基础上，综合分析初学学生的特点，总结教师教学经验，结合医学本科生培养目标、教学计划和教学大纲，编写了本书。

在本书编写的过程中，我们坚持三基（基本理论、基本知识、基本技能）、五性（思想性、科学性、启发性、先进性、适用性）、三特定（特定对象、特定要求、特定限制）的原则，精选内容，循序渐进，注重各学科之间的相互衔接。力求做到重点突出，联系临床，学以致用。

教与学是相互关联、密不可分的过程，为了满足教师授课和学生学习的需要，本书各章节均由“目的要求”、“教学内容”和“复习题”三部分组成。“目的要求”让师生明确了教学和学习的目标；“教学内容”则结合教材，阐述了对本章节内容的理解，突出了学习的重点；“复习题”意在督促学生在学习后就所学内容进行思考，重现重点内容，最终达到学习的目标要求。总之，我们希望本书既可成为教师授课的指南，又可在学生的学习过程中起到指导作用。

此次编写，各位编者都花了不少时间和精力，对每部分内容都进行了认真总结和推敲。主编明景裕教授更是将其多年的教学经验与其他编者共同分享，对各个章节的编写提供了大量的参考材料和宝贵的修改建议，并亲自执笔编写了“超敏反应”和“免疫学防治”两章；马碧书老师编写了“免疫细胞”、“免疫应答”两章；李汇明老师编写了“免疫学概论”、“免疫器官和组织”、“补体系统”、“细胞因子”、“白细胞分化抗原和黏附分子”五章；刘媛媛老师编写了“抗原”、“免疫球蛋白”、“主要组织相容性复合体及其编码分子”三章。同时，本书的编写和出版也得到了云南大学出版社的大力支持，在此表示由衷的谢意。

由于我们的学术水平和编写能力有限，本教材可能存在不当之处，恳请同行和广大师生批评指正。

编者于昆明医学院海源学院

2008 年 11 月

CONTENTS

- Chapter 1 Fundamentals of Immunology
- Chapter 2 Immune Organs and Tissues
- Chapter 3 Antigen
- Chapter 4 Immunoglobulins
- Chapter 5 The Complement System
- Chapter 6 Cytokines
- Chapter 7 Leukocyte Differentiation Antigens and Adhesion Molecules
- Chapter 8 Major Histocompatibility Complex and the Molecules Encoded
- Chapter 9 Immune Cells
- Chapter 10 Immune Response
- Chapter 11 Hypersensitivity
- Chapter 12 Immunoprevention and Immunotherapy

目 录

第1章 免疫学概论	(1)
目的要求	(1)
教学内容	(1)
一、免疫的概念	(1)
二、免疫系统的功能	(1)
三、免疫学与医学免疫学	(2)
四、免疫学发展简史	(2)
复习题	(2)
第2章 免疫器官和组织	(4)
目的要求	(4)
教学内容	(4)
一、免疫系统的概念及组成	(4)
二、中枢免疫器官	(4)
三、外周免疫器官	(5)
四、淋巴细胞的归巢与再循环	(5)
复习题	(6)
第3章 抗 原	(8)
目的要求	(8)
教学内容	(8)
一、抗原的概念及特性	(8)
二、抗原的异物性与特异性	(8)
三、影响抗原免疫应答的因素	(9)
四、抗原的种类	(10)
五、非特异性免疫刺激剂	(11)
复习题	(12)
第4章 免疫球蛋白	(15)
目的要求	(15)
教学内容	(15)
一、抗体与免疫球蛋白	(15)
二、免疫球蛋白的结构	(15)
三、免疫球蛋白的异质性	(17)
四、免疫球蛋白的功能	(18)
五、各类免疫球蛋白的特性与功能	(19)

六、人工制备抗体	(20)
复习题	(21)
第5章 补体系统	(23)
目的要求	(23)
教学内容	(23)
一、概 述	(23)
二、补体的激活	(24)
三、补体活化的调控	(25)
四、补体的生物学作用	(26)
复习题	(26)
第6章 细胞因子	(29)
目的要求	(29)
教学内容	(29)
一、细胞因子的概念	(29)
二、细胞因子的共同特性	(29)
三、细胞因子的分类	(29)
四、细胞因子的生物学活性	(30)
复习题	(30)
第7章 白细胞分化抗原和黏附分子	(32)
目的要求	(32)
教学内容	(32)
一、白细胞分化抗原和 CD 分子的概念	(32)
二、黏附分子	(32)
复习题	(33)
第8章 主要组织相容性复合体及其编码分子	(34)
目的要求	(34)
教学内容	(34)
一、基本概念	(34)
二、人类 MHC——HLA 基因	(34)
三、HLA 抗原系统	(35)
四、HLA 与临床医学	(37)
复习题	(38)
第9章 免疫细胞	(41)
目的要求	(41)
教学内容	(41)
一、免疫细胞的概念及组成	(41)
二、造血干细胞及免疫细胞的生成	(41)
三、T 淋巴细胞	(41)
四、B 淋巴细胞	(43)

五、NK 细胞	(44)
六、抗原提呈细胞	(46)
七、单核巨噬细胞	(46)
八、其他免疫细胞	(47)
复习题	(47)
第 10 章 免疫应答	(51)
目的要求	(51)
教学内容	(51)
一、免疫应答概述	(51)
二、T 细胞介导的细胞免疫应答	(52)
三、B 细胞介导的体液免疫应答	(54)
四、免疫耐受	(57)
五、免疫调节	(58)
复习题	(59)
第 11 章 超敏反应	(63)
目的要求	(63)
教学内容	(63)
一、概 述	(63)
二、I 型超敏反应	(63)
三、II 型超敏反应	(66)
四、III 型超敏反应	(67)
五、IV 型超敏反应	(69)
复习题	(70)
第 12 章 免疫学防治	(74)
目的要求	(74)
教学内容	(74)
一、免疫预防	(74)
二、免疫治疗	(75)
复习题	(76)
参考文献	(78)

第 1 章 免疫学概论

【目的要求】

- 1. 掌握免疫的概念和三大功能。
- 2. 了解免疫学发展简史和现代免疫学的发展。

【教学内容】

一、免疫的概念

免疫（immunity）是指机体识别和排除抗原性异物，以维持机体平衡和稳定的一种生理反应。即：机体的免疫系统识别异己，产生排斥反应，清除抗原性异物；识别自己，产生免疫耐受。

二、免疫系统的组成与功能

1. 免疫系统的组成

免疫系统是执行机体免疫功能的系统，由免疫组织和器官、免疫细胞以及免疫分子组成。

2. 免疫系统的功能

免疫系统的功能包括：免疫防御（immune defense）、免疫自稳（immune homeostasis）和免疫监视（immune surveillance）。

免疫系统三大功能的生理和病理表现

功 能	生理表现（有利）	病理表现（有害）
免疫防御	清除病原微生物及其他抗原	超敏反应（过高） 免疫缺陷（过低）
免疫自稳	清除衰老或死亡细胞， 维持自身耐受	自身免疫性疾病
免疫监视	识别清除突变细胞或 病毒感染的细胞	肿瘤发生，持续的病毒感染

免疫具有两面性：免疫保护（有利）和免疫损伤（有害）。

三、免疫学与医学免疫学

免疫学（Immunology）是研究机体免疫系统的组织结构和生理功能的一门学科。

医学免疫学（Medical Immunology）是研究机体免疫系统的组织结构和生理功能，免疫应答的发生发展规律，免疫性疾病的发病机制、诊断和防治原则的一门学科。即：



医学免疫学分为基础免疫学和临床免疫学。

四、免疫学发展简史

- 1. 经验免疫学时期
- 2. 科学免疫学时期
- 3. 现代免疫学时期

【复习题】

一、单项选择题

- 1. 现代“免疫”的含义是指（ ）。
 - A. 机体排除病原微生物的功能
 - B. 机体免疫系统识别和排除抗原性异物的功能
 - C. 机体抗感染的防御功能
 - D. 机体清除自身衰老、死亡细胞的功能
 - E. 机体清除自身突变细胞的功能
- 2. 免疫对机体是（ ）。
 - A. 有害的 B. 有利的 C. 有害无利 D. 有利无害
 - E. 正常条件下有利，异常条件下有害
- 3. 免疫自稳功能异常时可发生（ ）。
 - A. 肿瘤 B. 超敏反应 C. 自身免疫病 D. 免疫缺陷病
 - E. 病毒持续感染
- 4. 免疫监视功能低下时易发生（ ）。
 - A. 自身免疫病 B. 超敏反应 C. 肿瘤 D. 免疫缺陷病
 - E. 免疫耐受
- 5. 免疫防御功能低下时易发生（ ）。
 - A. 自身免疫病 B. 超敏反应 C. 肿瘤 D. 免疫缺陷病
 - E. 免疫耐受

6. 机体抵抗病原微生物感染的功能称为 ()。
- A. 免疫监视 B. 免疫自稳 C. 免疫耐受 D. 免疫防御
E. 免疫识别
7. 机体免疫系统识别和清除突变细胞的功能称为 ()。
- A. 免疫监视 B. 免疫自稳 C. 免疫耐受 D. 免疫防御
E. 免疫识别

二、多项选择题

1. 免疫系统的三大功能表现在 ()。
- A. 免疫防御 B. 免疫自稳 C. 免疫监视 D. 免疫缺陷
E. 免疫抑制
2. 免疫防御功能异常时可发生 ()。
- A. 自身免疫病 B. 超敏反应 C. 肿瘤 D. 免疫缺陷病
E. 免疫耐受
3. 免疫监视功能是指 ()。
- A. 识别、杀伤、清除体内突变细胞，防止肿瘤发生
B. 识别、杀伤、清除体内病毒感染细胞，防止病毒的持续感染
C. 清除体内变性、损伤及衰老的细胞，防止自身免疫病的发生
D. 从体内清除病原微生物及其产物
E. 阻止病原微生物侵入机体

三、名词解释

免疫 (immunity)

四、问答题

免疫系统的功能包括哪些？叙述其生理表现和病理表现。

(李汇明)

第 2 章 免疫器官和组织

【目的要求】

1. 掌握免疫系统的组成，中枢免疫器官和外周免疫器官的组成和功能。
2. 熟悉淋巴细胞的归巢和再循环及其意义。
3. 了解黏膜免疫系统。

【教学内容】

一、免疫系统的概念及组成

免疫系统 (immune system) 是识别和排除抗原性异物、执行免疫功能的系统，是免疫应答的物质基础。免疫系统由免疫器官和组织、免疫细胞及免疫分子组成。

免疫器官 (immune organ) 根据功能不同分为中枢免疫器官和外周免疫器官两大类。

二、中枢免疫器官

中枢免疫器官 (central immune organ) 是各类免疫细胞发生、分化、发育和成熟的场所。人和其他哺乳动物的中枢免疫器官包括骨髓和胸腺。

(一) 骨髓 (bone marrow)

1. 各类血细胞和免疫细胞发生的场所

骨髓多能造血干细胞 $\rightarrow$ $\begin{cases} \text{髓样祖细胞} \rightarrow \text{粒细胞、单核细胞、红细胞、血小板等} \\ \text{淋巴样祖细胞} \rightarrow \text{各种淋巴细胞} \end{cases}$

2. B 细胞分化成熟的场所

淋巴样祖细胞 $\rightarrow$ 成熟 B 细胞

3. 体液免疫应答发生的场所

骨髓是发生再次免疫应答的主要部位。

(二) 胸腺 (thymus)

1. T 细胞增殖、分化、发育和成熟的场所

淋巴样祖细胞 $\rightarrow$ 血循环 $\rightarrow$ 胸腺 $\rightarrow$ 选择性发育 $\rightarrow$ 成熟 T 细胞 $\rightarrow$ 外周免疫器官，执行免疫功能。

2. 免疫调节

胸腺基质细胞能产生多种细胞因子和胸腺素，促进胸腺细胞的分化发育。

3. 形成自身免疫耐受

自身反应性 T 细胞→胸腺阴性选择→自身反应性 T 细胞克隆被消除→形成自身耐受。

三、外周免疫器官

外周免疫器官 (peripheral immune organ) 是成熟的 T、B 细胞定居的场所,也是发生免疫应答的部位。外周免疫器官包括淋巴结、脾和黏膜相关淋巴组织。

(一) 淋巴结 (lymph node)

1. T 细胞和 B 细胞定居的场所

T 细胞约占 75%, B 细胞约占 25%。

2. 免疫应答发生的场所

抗原→淋巴结
 ↗ B 细胞→抗体
 ↘ T 细胞→效应 T 细胞

3. 参与淋巴细胞再循环

4. 过滤淋巴液

(二) 脾 (spleen)

1. T 细胞和 B 细胞定居的场所

T 细胞约占 40%, B 细胞约占 60%。

2. 免疫应答发生的场所

脾是机体对血源性抗原产生免疫应答的主要场所,也是体内产生抗体的主要器官。

3. 合成和分泌生物活性物质,如补体等

4. 过滤血液

(三) 黏膜相关淋巴组织 (mucosal-associated lymphoid tissue, MALT)

黏膜相关淋巴组织也称为黏膜免疫系统 (mucosal immune system, MIS),主要指呼吸道、胃肠道及泌尿生殖道黏膜固有层和上皮细胞下散在的无被膜淋巴组织,以及某些带有生发中心的器官化的淋巴组织。它具有以下功能:

(1) 参与黏膜局部免疫应答:在呼吸道、肠道和泌尿生殖道形成局部免疫屏障,是局部特异性免疫应答的主要部位;

(2) 产生 sIgA。

四、淋巴细胞的归巢与再循环

(一) 淋巴细胞归巢 (lymphocyte homing)

1. 概念

成熟淋巴细胞离开中枢免疫器官后,经血液循环趋向性迁移并定居于外周免疫器官或组织的特定区域,称为淋巴细胞归巢。

2. 机制

归巢受体 + 血管地址素→HEV (高内皮小静脉)→淋巴结皮质深区

(二) 淋巴细胞再循环 (lymphocyte recirculation)

1. 概念

淋巴细胞在血液、淋巴液、淋巴器官或组织间反复循环的过程称为淋巴细胞再循环。

2. 途径

(1) 淋巴结：血循环中的淋巴细胞→HEV→淋巴结实质（深皮质区）→输出淋巴管→胸导管/右淋巴导管→血；

(2) 脾：血循环中的淋巴细胞→脾动脉→骨髓→脾索→脾血窦→脾静脉→血。

3. 生物学意义

(1) 使体内淋巴细胞在外周免疫器官和组织的分布更趋合理；

(2) 淋巴组织可以不断地从循环池中得到新的淋巴细胞补充，有助于增强机体的免疫功能；

(3) 使 T、B 细胞与抗原的接触机会增多，增强免疫应答；

(4) 使机体所有免疫器官和组织联系成为一个有机的整体，更有效地发挥免疫效应。

【复习题】

一、单项选择题

1. 免疫系统的组成是（ ）。

- A. 中枢免疫器官、周围免疫器官
- B. 免疫器官、免疫细胞、免疫分子
- C. 中枢免疫器官、免疫细胞、皮肤免疫系统
- D. 免疫分子、黏膜免疫系统、皮肤免疫系统
- E. 免疫细胞、黏膜免疫系统、中枢免疫器官

2. 免疫细胞发生、分化、发育成熟的场所是（ ）。

- A. 胸腺和淋巴结
- B. 骨髓和黏膜免疫系统
- C. 淋巴结和脾脏
- D. 胸腺和骨髓
- E. 脾脏和胸腺

3. 人类 B 细胞分化成熟的场所是（ ）。

- A. 胸腺
- B. 骨髓
- C. 淋巴结
- D. 脾脏
- E. 法氏囊

4. 人类 T 淋巴细胞分化成熟的场所是（ ）。

- A. 脾脏
- B. 骨髓
- C. 法氏囊
- D. 胸腺
- E. 阑尾

5. 黏膜淋巴组织中的 B 细胞主要分泌的抗体属于哪一类（ ）。

- A. sIgA
- B. IgD
- C. IgE
- D. IgG
- E. IgM

二、多项选择题

1. 外周免疫器官包括（ ）。

- A. 胸腺
- B. 脾脏
- C. 淋巴结
- D. 黏膜免疫系统
- E. 骨髓

2. 关于中枢免疫器官的叙述，下列正确的是（ ）。
- A. 是免疫细胞发生、分化、发育和成熟的场所
 - B. 是免疫应答发生的场所
 - C. 人类中枢免疫器官包括胸腺和骨髓
 - D. 骨髓是 B 淋巴细胞分化成熟的场所
 - E. 胸腺是 T 淋巴细胞分化成熟的场所

三、判断题

- 1. 胸腺是各类血细胞和免疫细胞发生的场所。 ()
- 2. 淋巴细胞在血液、淋巴液、淋巴器官和组织中反复循环的过程称为淋巴细胞归巢。 ()
- 3. 与淋巴细胞归巢相关的分子是淋巴细胞归巢受体和血管地址素。 ()

四、名词解释

- 1. 淋巴细胞归巢 (lymphocyte homing)
- 2. 淋巴细胞再循环 (lymphocyte recirculation)

五、问答题

- 1. 叙述免疫器官的组成及功能。
- 2. 叙述淋巴细胞再循环的生物学意义。

(李汇明)

第3章 抗 原

【目的要求】

1. 掌握抗原的概念和特性，抗原表位的概念，完全抗原、半抗原、SAg的概念，TD-Ag和TI-Ag的概念及特点。
2. 熟悉抗原的分类，影响抗原免疫应答的因素，抗原的异物性与特异性，决定免疫原性的因素，医学上重要的抗原物质。
3. 了解佐剂的概念和种类。

【教学内容】

一、抗原的概念及特性

（一）概 念

抗原 (antigen, Ag): 一类能刺激机体免疫系统发生免疫应答，并能与相应应答产物 (抗体或致敏淋巴细胞) 在体内外发生特异性结合的物质。

（二）抗原的特性

1. 免疫原性 (immunogenicity)

抗原刺激机体发生特异性免疫应答，产生抗体和致敏淋巴细胞的能力，称为免疫原性。

2. 免疫反应性 (immunoreactivity)

免疫反应性即抗原性 (antigenicity)，指抗原与相应抗体或致敏淋巴细胞发生特异性结合的能力。

根据抗原的特性，将抗原分为以下两类：

(1) 完全抗原 (complete antigen): 凡同时具有免疫原性和抗原性的物质称为完全抗原。

(2) 半抗原 (hapten): 只有抗原性而不具有免疫原性的物质称为半抗原。

半抗原 + 载体 → 完全抗原

二、抗原的异物性与特异性

（一）异物性

异物是指化学结构与宿主的自身成分相异或从胚胎期末与机体的免疫细胞接触或充分

接触的物质。异物性是抗原免疫原性的本质，是抗原的核心。

异物性的物质根据来源分三类：

1. 异种物质

异种物质是指另一种物种物质，如：病原微生物、动植物蛋白等。

2. 同种异体物质

同种异体物质是指同一个种属不同个体之间的抗原性物质，如：ABO 血型抗原、人类主要组织相容性抗原。

3. 自身抗原物质

自身组织成分结构改变或隐蔽性自身成分暴露构成自身抗原。如：甲状腺球蛋白、晶体蛋白、精子等。

（二）特异性

特异性指抗原刺激机体产生免疫应答及其与应答产物发生反应所显示的专一性。

抗原的特异性表现在两个方面：①免疫原性的特异性——抗原只能刺激免疫系统产生针对该抗原的抗体和致敏淋巴细胞；②抗原性的特异性——抗原只能与相应的抗体和/或致敏淋巴细胞结合或反应。特异性是免疫应答最根本的特点，也是免疫学诊断和防治的理论基础。而免疫应答的特异性是由抗原的特异性所决定的，进一步说，是由抗原分子上的抗原表位所决定的。

抗原表位 (epitope)

（1）概念：指抗原分子中决定抗原特异性的特殊化学基团，又称为抗原决定簇。AD 是与相应淋巴细胞表面的抗原受体 (BCR/TCR) 及抗体结合的基本结构单位。

抗原结合价 (antigenic valence)：能与抗体分子结合的抗原表位的总和称为抗原结合价。

（2）类型：根据其结构不同，将抗原表位分为顺序表位（线性表位）和构象表位（非线性表位）；根据 TCR 和 BCR 对表位识别的不同，可分为 T 细胞表位和 B 细胞表位。

（3）影响抗原特异性的因素：抗原表位的性质、数目、位置和空间构象决定抗原的特异性。

（三）共同抗原与交叉反应

1. 共同抗原 (common antigen)

不同抗原分子之间含有相同或相似的抗原表位称共同抗原表位；含有共同抗原表位的抗原互称共同抗原。

2. 交叉反应 (cross reaction)

抗体或致敏淋巴细胞对具有相同或相似抗原表位的不同抗原的反应，称为交叉反应。

三、影响抗原免疫应答的因素

（一）抗原分子的理化性质

1. 化学性质

蛋白质是良好的抗原。

2. 分子量

分子量一般在 10kD 以上。