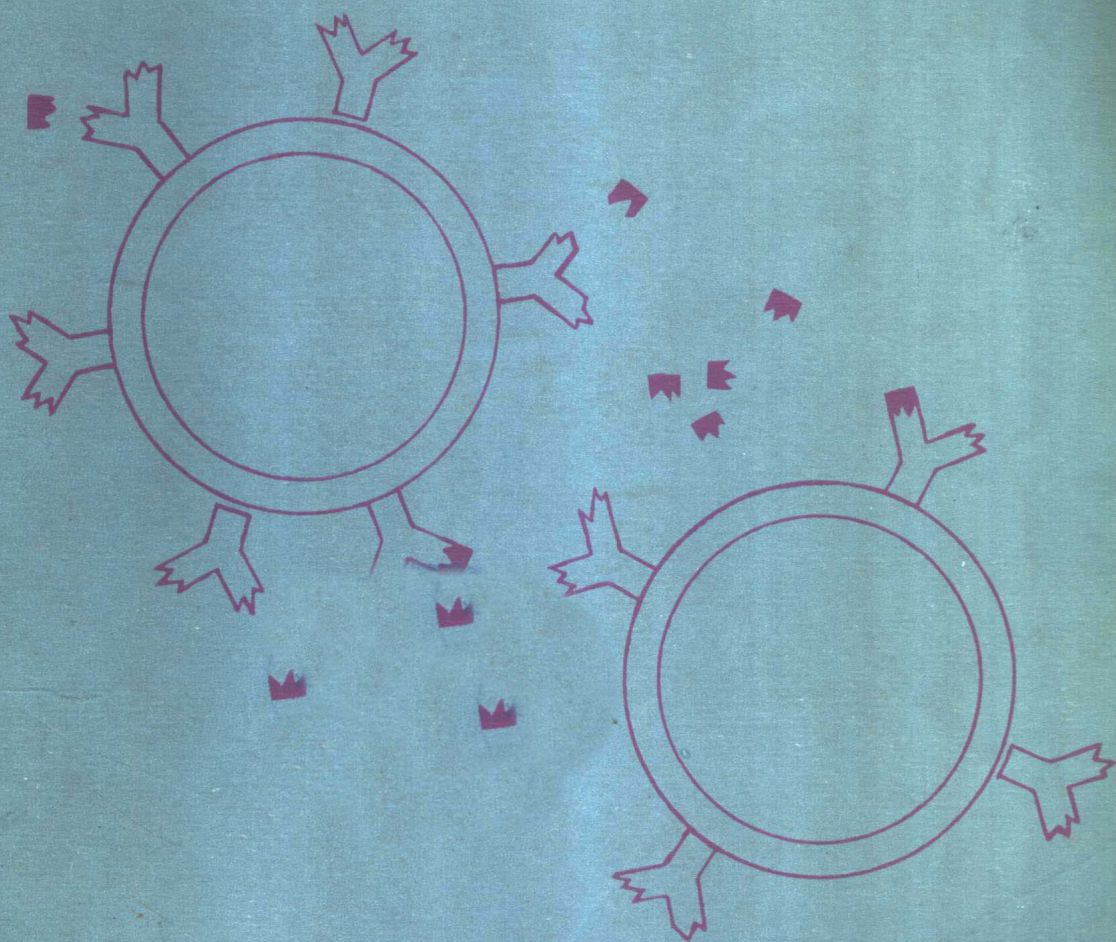


北京第二医学院 微生物 教研室 主译

免疫学图说



IMMUNOLOGY AT A GLANCE



免疫学图说

[英] J.H.L. 普莱费尔 著

北京第二医学院
微生物学教研室 主译

中国科学技术翻译出版社

免 疫 学 图 说

〔英〕 J.H.L. 普莱费尔 著

北京第二医学院
微生物学教研室 主译

责任编辑 罗兰

中国科学技术翻译出版社出版

北京朝阳门内大街137号

海淀区北下关印刷厂印刷

北京市新华书店总发行

*

1984年 6 月 第一版

开本：787×1092 1/16

1984年 6 月第一次印刷

印张：5 1/2

印数：0001—6,500

字数：100,000

统一书号：14292·001

本社书号：000·00—3

定价：1.00 元

作者为中文译本的题词

我非常高兴，经过中国同道们的努力，这本小书能与中国科学家和学生们见面。我希望他们将发现，对于令人神往的免疫学世界，这是一本有用的入门书。

John Blayfear

1982年5月24日

于伦敦

译 者 的 话

近年来，国内陆续出版了一些免疫学参考书的译本，截至目前我们尚未见到正式出版有关免疫学图解的译本。

本书原版是英国Playfair教授积多年教学之经验，精心绘制的一本免疫学图解书。书中采用了35幅专题线条图和少量的文字说明与名词解释，把近代免疫学的基本内容，系统而概括地反映出来。本书内容新颖、言简意赅，不愧为一本别出心裁的佳作。

从多年来的教学实践中，我们深深体会到，对于内容复杂的免疫学，图解可能起到文字和语言难以起到的作用。因此，我们把它译成中文。在本书（初版）的译文脱稿时，陈绍先同志从国外带回了本书二版的清样复印件。为使译本尽快赶上原文版本，乃请陈绍先同志对二版中修订的部分进行了补译，并请程松高教授和陈仁副教授共同从头到尾进行了审校。

尽管如此，由于我们业务水平和英语水平距离翻译本书应有的要求还有一定的差距，因此错误恐不可免。我们衷心希望国内同道和广大读者批评指正。

译者

一九八二年五月于北京

二 版 附 言

对免疫学来说，两年是一个相当长的时间；本书几乎所有章节都不得不修改，以赶上最新进展。我也借此再版机会改正了某些错误和补充了一些遗漏。二版的修订，如往常一样，得到了Middlesex医学院同事们的帮助，还有A.Cooke博士和D.Male博士的帮助。近年来，最大的进展可能要算对免疫球蛋白基因的理解，这一部分已完全重新改写。毫无疑问，这很快又会过时，从而使免疫学成为一个永远令人神往的领域。

前 言

此书不是供免疫学工作者使用的教科书，已有大量优秀的教科书可供他们选择了。此书是面向这样一些读者的：他们的工作与免疫学密切相关，可是他们没有时间与这门有时看来发展得太快而又十分复杂的学科并肩前进。

其实，每个获得医学或生物学学位的人，都已经熟悉许多理解免疫过程所必备的基础知识，常常只需要几幅大致表明这些过程是怎样进行的速写黑板画。本书就是一本以图为主的书，这些图多年来已被证实是有用的，并且又经过了艺术加工而重新汇编的。

中国有位贤人曾说过，一张图可顶得上一千个字，当然这位贤人不是免疫学教师，否则他对图所作的估价就不会这么低！本书中的文字做了尽可能的压缩，只要能够说明图就行，所有历史性和技术性的细节几乎全部略去，这些内容在73页所列的较大型教科书中可以找到。为了既不专重结论清楚，又不专重材料新颖，我采取了中庸之道，在合适的范围内保证不使两方面的内容有所遗漏。不过，即便在免疫学里，所谓崭新的东西也并不一定就是正确的东西。至于以为可以找到一种表达方式——不管多么别出心裁，能把别人说得很复杂的事情说得很简单，这种想法只能象约翰逊博士*深有感触地指出的那样，是“为使辞书学家醒觉的哲学家的梦想”。我的目的仅仅在于使免疫学邻近领域的工作者们相信，现代免疫学并不象他们所想的那样令人望而却步。

自然界的某些重要方面常常是介于各门学科之间，以致在很多年内被人忽视（移植排斥即属一例），这也许是学科专门化所付出的代价。因此，对于科学家来说，明智的办法是彼此寓目于两者的领域，这样，在一定的時候就会产生出一些新的学科。免疫学本身就是从细菌学家、血液学家、化学家以及其他科学家的共同兴趣中产生出来的。

* 约翰逊 (Samuel Johnson, 1709—1784)，英国辞典编纂家、文学家。——译者注

阅 读 说 明

书中每一幅图讲一个专题，大约相当于四十五分钟的讲课内容。初读者可能喜欢先通读全文（左页上的），而把图只当作阅读的指导；这样就可以一口气把书读完。

掌握了全书的纲领之后，最好把注意力集中在一幅一幅的图上。有些图相当复杂，不认真看是看不过来的，必须同时参看说明（右页上的）；为了进一步了解一些细节还需要查阅索引。这样认真地读了之后，只需再粗略地看一看来加强记忆了。

所有的图都是高度图解式的，并不合乎比例，这是不说自明的。就是在同一幅图里，比例也参差不齐。为了获得书中提到的某些细胞和分子实际大小的概念，可查阅附录（即图35）。

读者还会注意到，书中有时以小鼠为例，有时又以人为例，这是因为基础免疫学的许多内容是用小鼠来研究的，而免疫学的研究目的归根结底是为了人。好在从免疫学家的观点看来，人和小鼠是十分相似的。

内 容 简 介

本书用35幅专题线条图和少量文字说明与名词解释,系统而概括地反映了近代免疫学的基本内容。内容新颖、言简意赅,是医学、生物学、兽医学工作者学习掌握免疫学基础知识有用的入门书。

J. H. L. Playfair

IMMUNOLOGY AT A GLANCE

Blackwell Scientific Pub. 1982

目 录

免 疫

1 免疫学的范围.....	2
2 天然性和适应性免疫机制.....	4
3✓ 识别系统的进化.....	6
4 免疫所涉及的细胞：造血系统.....	8

天 然 免 疫

5✓ 补体.....	10
6 急性炎症.....	12
7✓ 吞噬细胞：网状-内皮系统	14
8✓ 吞噬作用.....	16

适 应 性 免 疫

9 淋巴细胞.....	18
10 一级淋巴器官和淋巴细胞的生成.....	20
11 周围淋巴器官和淋巴细胞的运输.....	22
12 抗体的结构和功能.....	24
13 抗体的多样性与合成.....	26
14 抗原-抗体相互作用和免疫复合物	28
15 抗体应答.....	30
16✓ 细胞介导的免疫反应.....	32
17✓ 免疫的遗传控制.....	34
18 耐受性.....	36

可能有用的免疫

19 抗微生物免疫：总图解.....	38
--------------------	----

20 抗细菌免疫.....	40
21 抗病毒免疫.....	42
22 抗原虫免疫.....	44
23 抗蠕虫免疫.....	46
24 抗真菌免疫.....	48
25 肿瘤免疫.....	50

不良的免疫效应

26 有害的免疫：总图解.....	52
27 过敏反应和变态反应.....	54
28✓ 免疫复合物，补体和疾病.....	56
29 慢性和细胞介导的炎症.....	58
30 自身免疫.....	60
31✓ 移植排斥.....	62

改 变 了 的 免 疫

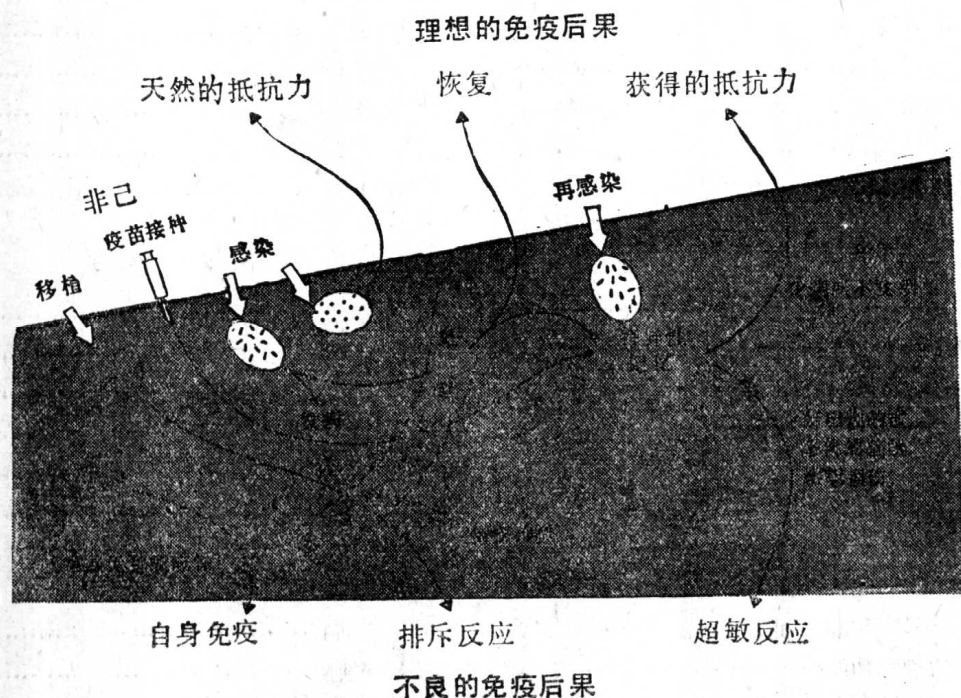
32 免疫抑制.....	64
33 免疫缺陷.....	66
34 免疫刺激作用.....	68

附 录

35 一些免疫学重要物体的大小比较.....	70
一些免疫学重要物体的分子量比较.....	70
免疫学历史中的里程碑.....	71
有待解决的一些问题.....	72

推荐书目.....	73
索引.....	74

1 免疫学的范围



免疫就是机体识别和处理进入体内的异物或“非己”物质（图中白空箭头），不管这些物质是威胁生命的传染性微生物还是挽救生命的移植肾。机体对感染的抵抗力可以是“天然的”（即先天的和不改变的），也可以作为适应性免疫应答的结果而“获得的”（图中部）。

免疫学就是研究起这种识别和处理作用的器官、细胞和分子（免疫系统）；研究它们如何起作用、如何相互作用；研究它们活性作用的后果——机体所需要的（图上部）或不需要的（图下部），以及研究可能有助

于增强或减弱这些后果的方法。

需要提到，某些科学家（如苏联的）把免疫学范围扩大到包括细胞之间的另一些相互关系，例如胚胎发育时期细胞之间的关系；而大多数西方免疫学家则在它们之间划了界线。大概，自然界对哪门专家揭露它的秘密是不抱偏见的。但是，比较严格限制的方法目前看来似乎已经导致了更为迅速的进展，然而，不难想象，免疫学家和胚胎学家终将通力协作，解决这两门学科的中心问题——识别作用。

非己 (Non-Self) 这个词包括与动物自身组分有明确不同的一切物质。从免疫学观点来看, 微生物及来自别的动物的细胞、器官或其他物质是最重要的非己物质, 但是药物、甚至正常食物有时也能引起免疫应答。

感染 (Infection) 企图侵犯机体或体表的病毒、细菌、原生动物、蠕虫或真菌可能是免疫系统存在的主要理由。

天然抵抗力 (Natural resistance)

抗微生物的防御机制可以阻止许多微生物 (图中黑圆点) 的入侵或在侵入后迅速将它们消灭。另一些微生物 (图中小黑杆) 能在体内存活并引起疾病。

适应性免疫应答 (Adaptive immune response) 对特定的 (特异性) 刺激起作用的防御机制的发生或增强。其结果导致微生物的消除和疾病痊愈, 并常使宿主留下特殊的记忆, 使机体能对同种微生物的再感染产生更有效的应答, 这种情况称为**获得性抵抗力**。

疫苗接种 (Vaccination) 这是刺激适应性免疫应答、产生记忆及获得性抵抗力而预防疾病的一种方法。

移植 (Grafting) 来自另一个体的细胞或器官通常能幸免于天然抵抗机制; 但受到适应性免疫应答的攻击而遭排斥。

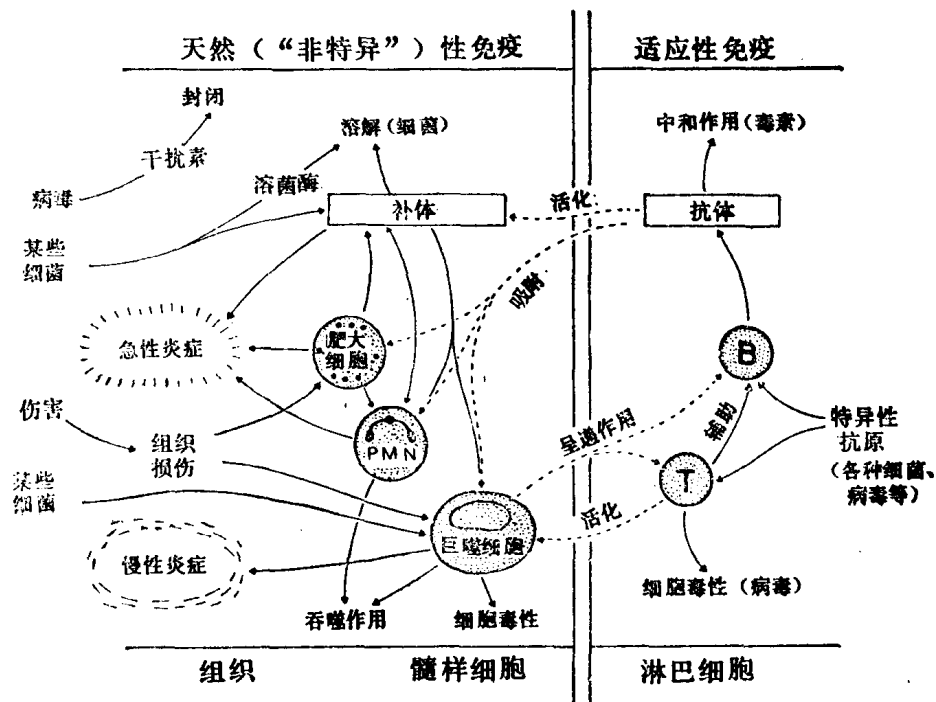
自身免疫 (Autoimmunity) 在正常情况下, 机体本身 (自己) 的细胞和分子由于“自身耐受性”所包括的各种原因, 在正常情况下不刺激机体产生适应性免疫应答, 但在某些情况下它们却刺激机体, 使机体自身结构象异物一样受到攻击, 这种状态称为**自身免疫或自身免疫病**。

超敏反应 (Hypersensitivity) 有时, 作为特异性记忆的结果, 在机体再次接触同样刺激时, 同样也可以在消除该刺激物时出现对自身组织不利的或损伤的作用。这种状态称之为**超敏反应**。变态反应 (如枯草热) 和某些类型的肾疾病就是这类例子。(不过应当注意“变态反应”这个词被某些免疫学家用来描述所有改变了的反应性, 在这种情况下也就包括了获得性抵抗力。)

免疫抑制 (Immunosuppression) 对自身免疫、超敏反应, 特别是对移植排斥有时需要用药物或其它手段来抑制其适应性免疫应答。

(张 敏 译)

2 天然性和适应性免疫机制



正象机体对疾病的抵抗力可以是天然性的或获得性的一样，免疫机制也可以相应地分为天然性（图左）和适应性（图右）两种。每种都由细胞性（图阴影）和体液性（即游离存在于血清或体液中，图上半）这两个成分组成。最近的进展表明，适应性免疫机制的许多功能是通过它与原来的天然免疫机制相互作用而完成的。

天然免疫的机制与对组织损伤发生非特异性反应形成炎症的那些机制基本相同（遮住图右半余下的就是这个内容）。然而某些细胞（如巨噬细胞）和体液因子（补体，溶菌酶）也有一定的识别和处理细菌的能力，而且大多数细胞能分泌抗病毒物质，干扰素。因此，“非特异性的”一词虽常被作为“天然的”同义词使用，但不是完全准确的。

适应性反应是以淋巴细胞（T细胞和B细胞，图右下）的特殊性质为基础的，淋巴细胞可选择性地对成千上万种不同的非己物质或“抗原”发生反应，导致特异性记忆和持久地改变应答类型，即对动物自身环境的适应性。适应性机制能凭它们自身针对某些抗原起作用（遮住图左半），但是它们大多数的作用是由抗体与天然免疫的补体和吞噬细胞的相互作用。以及由T细胞和巨噬细胞的相互作用（虚线）产生的。通过这些天然性机制的活化作用，适应性应答常常引起急性或慢性的炎症，当它有害于机体时就叫做超敏反应。

这个高度简化的图解中的各个成分，将在本书其它部分更详细的说明。

天然性免疫

干扰素 (Interferon) 是多种细胞在受病毒感染时迅速产生的一类蛋白质, 它能抑制病毒在其它细胞中的复制。

溶菌酶 (Lysozyme) [胞壁质酶 (Mucoramidase)] 由巨噬细胞分泌的一种酶, 它能攻击某些细胞的细胞壁。干扰素和溶菌酶有时被称为“天然抗菌素”。

补体 (Complement) 是存在于血清中的一系列酶, 被激活时, 产生广泛的炎症效应, 以及溶解细菌等等。某些细菌可直接激活补体, 而另一些细菌则仅能借助抗体来激活补体。

溶解 (Lysis) 细胞膜损伤后, 细胞内容物不可逆的漏出。

肥大细胞 (Mast cell) 是一种大的组织细胞。当其受损伤时及在抗体影响下, 可释放炎症介质。炎症借血管通透性的增加可使补体及细胞从血液进入组织。

PMN (多形核白细胞, Polymorphonuclear leucocyte) 是一种短寿命的“清道夫”血细胞, 其中颗粒含有高效的杀菌性酶。

MAC (巨噬细胞, Macrophage) 是一种大的组织细胞, 负责清除受损伤的组织、细胞、细菌等。多形核白细胞和巨噬细胞均来自骨髓, 因此称为髓样 (myeloid) 细胞。

吞噬作用 (Phagocytosis) [细胞吞食 (cell eating)] 吞噬作用就是细胞对颗粒的吞食。巨噬细胞和多形核白细胞 (习惯上称为小吞噬细胞) 是最重要的吞噬细胞。

细胞毒性 (Cytotoxicity) 巨噬细胞能杀伤某些靶细胞 (可能包括肿瘤细胞) 但不吞噬它们。

适应性免疫

抗原 (Antigen) 严格说来, 抗原是刺激抗体生成的物质。然而该词常用来表示

能刺激任何类型适应性免疫应答的物质。典型的抗原是外来的 (非己) 而且是颗粒状 (如细胞、细菌等等), 或是大的蛋白质分子或多糖分子。但在特殊情况下, 小分子、甚至自身成分也可能变为抗原。

特异的和特异性 (Specific and Specificity) 这两个词用来表示: 对抗原多少有选择性的免疫应答产物, 如对某特定抗原起反应的淋巴细胞, 或与某特定抗原“相适配”的抗体。

淋巴细胞 (Lymphocyte) 存在于血液中的一种小形细胞, 它从血液通过组织并经由淋巴返回, 如此进行再循环, 借以监视非己物质, 维持体内“治安”。它通过特异性的表面受体识别各种不同的抗原, 并分裂成为数目众多的具有相同特异性的、长命的细胞, 使它成为适应性应答的理想细胞。现在已经知道有两种主要的淋巴细胞: T细胞和B细胞。

B B淋巴细胞分泌抗体——适应性免疫的体液成分。

T T (胸腺衍生的) 淋巴细胞, 可进一步区分为“辅助”B淋巴细胞、杀伤病毒感染细胞以及激活巨噬细胞的各种亚群。

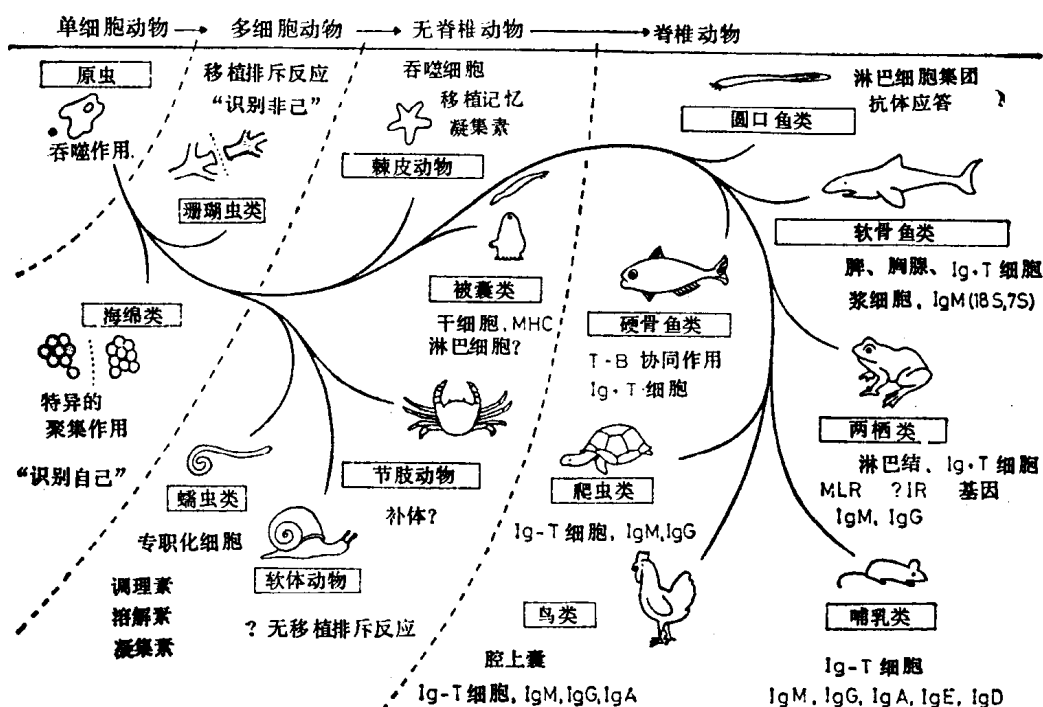
抗体 (Antibody) 是对各种不同抗原具有广泛特异性的血清球蛋白。抗体可结合并中和细菌毒素, 也可以结合在细菌、病毒及其它寄生物的表面, 以增强髓样细胞对它们的粘连性和吞噬作用。这种作用还可因多种抗体激活补体的能力而进一步增强。

呈递作用 (Presentation) 抗原通过巨噬细胞对T细胞和B细胞的呈递作用对大多数适应性应答是必需的; 这就是适应性免疫和天然性免疫机制之间的“反向相互作用 (reverse interaction)”的一例。

辅助 (Help) B细胞分泌大多数的抗体都需要T细胞的辅助。也有起相反作用的“抑制性”T细胞。

(张敏译)

3 识别系统的进化



从寻找食物的低级的阿米巴（图左上）到具有复杂的体液免疫和细胞免疫机制的哺乳动物（图右下），“自己对非己的识别”过程呈现稳定的进展，以保持动物在不利环境下维持其完整性的需要而齐头并进。因此，决定“免疫”是在哪个进化阶段出现的，只是一个语义学的问题。

本图画出了这种进化的重要里程碑。由于大多数的进化一旦获得就会在其后的种属

中持续存在；为了清晰起见，这里仅示出被认为是它们的首次出现。必须牢记，我们对于原始动物的了解，主要是根据对其现代后裔的研究，而它们显然都已具有适应其环境的免疫系统。

就T细胞系统是以“改变了的自己”或“非全部自己”的细胞性识别作用为基础来说，在进化上它的起源同抗体相比要早得多，抗体大致上限于脊椎动物才有。

原虫 (Protozoa) 缺乏叶绿素的这些小动物必须吃食。对它们怎样识别“食物”并不了解,但是它们(细胞)的表面蛋白质是受着十分复杂的遗传控制的。

海绵类 (Sponges) 部分游离生活,部分群体生活,海绵细胞用种属特异性的糖蛋白来确认“自己”,并阻止杂种群体的形成。

珊瑚虫类 (Corals) 珊瑚虫接受遗传完全相同的移植物(同系移植syngrafts),但缓慢排斥不完全相同的移植物(同种移植 allografts),而且移植物和受体两者都受到损害。有些证据表明对以前的排斥作用有特异性记忆,即有“适应性免疫”。

蠕虫类 (Worms) 各种腔肠(coelomate)动物的特征是细胞的专门化。蚯蚓体腔中至少有四种细胞类型,其中有些与同种移植排斥反应有关,另一些则可产生抗菌性因子,但均有吞噬作用。

蜗牛类和节肢动物 (Molluscs 和 Arthropods) 难以理解的是蜗牛类和节肢动物明显地不表现出移植排斥反应。然而体液因子是显著的,可能还包括一些最初的补体成分。

棘皮动物 (Echinoderms) 海星因 Metchnikoff 经典的发现了专门化的吞噬细胞(1882)而闻名。同种移植物因细胞浸润而排斥,并有牢固的特异性记忆应答。

被囊类动物 (Tunicates, 例如文昌鱼, 海鞘) 这些前脊椎动物(prevertebrate)出现一些进化了的特征,能自行补充造血细胞和淋巴样细胞,还有单独的主要组织相容性复合体(MHC)控制同种移植排斥反应。

圆口鱼类 (Jawless fishes, Cyclostomes, 例如八目鳗) 是最早出现淋巴细胞的存活下来的脊椎动物。淋巴细胞在咽部和其它部位聚集成团,首次出现明确的抗体免疫球蛋白(Ig)——针对种种抗原发生特异性应答而产生的一种不稳定的四链分子。这是免疫系统进化过程中引人注目的一个阶段。

软骨鱼类 (Cartilaginous fishes, 例如鲨鱼) 首次出现胸腺、二次抗体应答和浆细胞(以高效率分泌抗体而专门化的细胞),标志着另一个惊人的步伐。其Ig链由二硫键连结,高分子量和低分子量的形式可能是反映了聚合作用的不同而不是类别的差异。

硬骨鱼 (Bony fish) 对促分裂素反应不同以及在抗体形成当中有细胞相互协同作用这个证据,提示T淋巴细胞和B淋巴细胞功能开始分开。

两栖类 (Amphibians) 开始出现另一类Ig(IgG)和混合淋巴细胞反应(MLR),在此阶段MHC上可能增添了一个重要的新区(I区)。

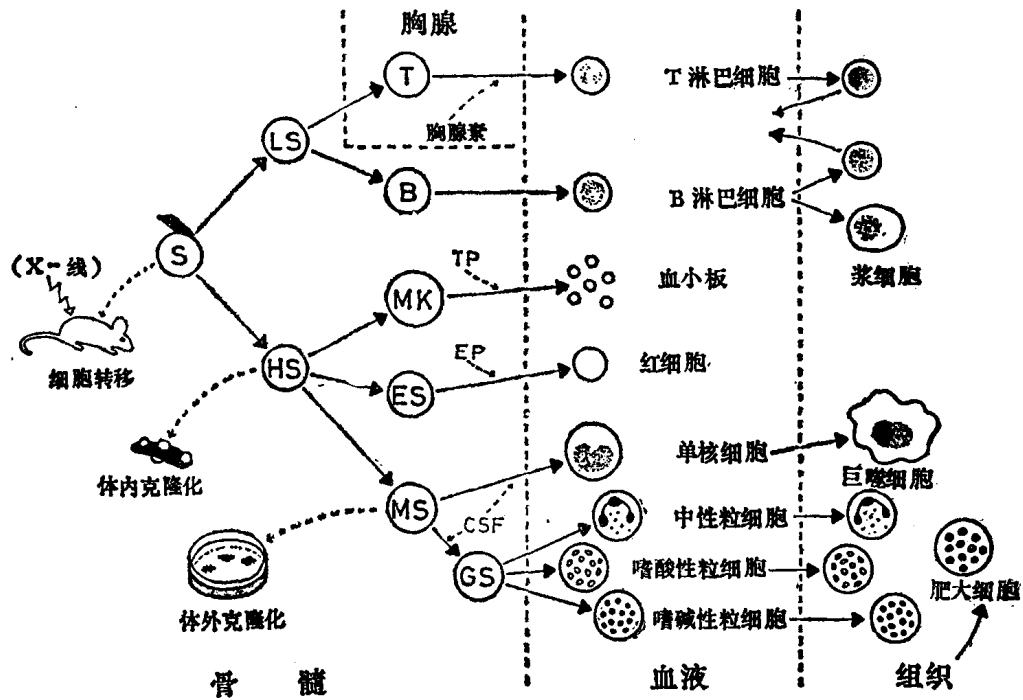
爬虫类 (Reptiles) 有趣的是在鱼和两栖类的胸腺细胞上携带的Ig和血清Ig完全相同;而在爬虫类、鸟类和哺乳类的胸腺细胞上或不携带Ig,或携带一种部分由Ig、部分由MHC产物组成的分子。

鸟类 (Birds) 鸟类B淋巴细胞的形成与众不同,专门在特殊器官(靠近泄殖腔的腔上囊)内形成。

哺乳类 (Mammals) 主要是以Ig类别和亚类的多样性而不是以T细胞功能的任何进一步发展为其特征。

(张敏译)

4 免疫所涉及的细胞：造血系统



哺乳动物免疫中所涉及的绝大多数细胞是从骨髓中的前身细胞衍生而来的(图左半),并循环于血液之中,当需要时进入组织,有时又离开组织。

长期有争论的成年多能性干细胞保留着分化成各种血细胞的“胚胎性”功能这个问题,已经通过用电离辐射的小鼠(图左中)的细胞转移实验和染色体分析得到了证实。干细胞可能局限在骨髓,数量极少(大约 10^5 个细胞中有1个)。注射小量的骨髓细胞可以长出孤立的脾小结或“体内克隆”,这就可以在更接近自然的环境下下来研究它们的形态学和分化作用。体外半固体培养条件下进行的类似实验,可以在完全离体的情况下研究单个骨髓细胞克隆的后裔(图左下)。

与其它造血细胞不同,淋巴细胞不给以刺激是不会正常分裂的;在特异的反应性细

胞被选择之后,淋巴细胞克隆的增殖通常还需要反复接触抗原。一个有前途的进展是,特异性T或B淋巴细胞与肿瘤细胞的融合能产生出一种可永远分裂繁殖下去的杂交克隆或“杂交瘤”,这在研究淋巴细胞复杂而多变的特性上有很大价值(见图19)。

术语注释

血液学专家能认出干细胞及其完全分化的后裔之间的许多阶段[如红细胞:原成红细胞(proerythroblast),成红细胞(erythroblast),正成红细胞(normoblast),红细胞]。词尾-blast通常含有早期的、分裂中的、相对未分化的细胞的意思,但也用来描述已受到刺激(如受抗原刺激)及将要分裂的淋巴细胞,“母细胞转化(blast transformation)”即由此而来。