

图解简明临床免疫学

矢田 纯一 著
姚 楨 译
赵 成 林 校

黑龙江省医学情报研究所

图解简明临床免疫学

矢田 纯一 著
姚 楨 译
赵 成 林 校

黑龙江省医学情报研究所

1 9 8 3

出版说明

“身临诊疗第一线的临床医生，常会遇到患者提出诸如感染、过敏、风湿以及癌症乃至衰老等等免疫学问题。这些问题，乍看起来好象和免疫学无关，然而实际上却是有着密切的联系。因此，免疫学知识对于医生来说是决不可缺少的。

“免疫学不但要观察抗原抗体反应，还要研究参与免疫反应的细胞。在机体内，免疫细胞组成一个‘生物社会’，他们相互交融，彼此协作，以极为精湛微妙的机制完成免疫反应。

“从而，欲理解免疫细胞的各种活动，倘有良图妙绘加以说明，当然是最为得力的了。免疫学成书应市者不少，而惟本书独具图解特征，且矢田教授文笔干练，通俗易懂，因向诊疗第一线上临床医生进言：务请一睹这一普及免疫学一般知识的书。”

以上是东京大学小林登教授为本书写的荐语中的几段话。

免疫学于近二十年内出现了迅猛的发展，并且今后亦将继续快速前进。因此，人们普遍地寄予以关心乃是时代的需要。我国医界，特别是临床医生也面临一个基础科学知识补充和更新的问题；初学者面临一个迅速领会，透彻理解和扼要记忆的问题。我们觉得本书在解决这些问题方面，象在国外极受推崇那样，实在是一件不可多得的有力武器。

在省卫生厅领导同志的关怀与鼓励下，哈尔滨医科大学姚桢副教授将原书译出，并经赵成林教授校阅。鉴于实际工作需要，我们又请译者摘编有关免疫学检验指标的参考值附录于译文后，现印制成册，以飨广大读者。本书能对奋力于社会主义四个现代化建设的同志们有所帮助，也是我们应尽的些微贡献。

黑龙江省医学情报研究所

1983年1月

目 录

免疫在机体中的作用	• 5
抗体的结构与功能	• 10
淋巴细胞的种类与功能	• 15
免疫系统在抗感染中的作用	• 20
抗体形成的调节机制	• 25
变态反应	• 30
免疫缺陷	• 35
肿瘤免疫	• 42
自身免疫现象和自身免疫病	• 48
移植免疫与HLA系统	• 53
附录 一些免疫学检验指标的参考值	• 57

- 一、体液免疫球蛋白正常值
- 二、T细胞与B细胞计数
- 三、淋巴细胞功能检查
- 四、巨噬细胞吞噬功能测定
- 五、变态反应性皮肤试验
- 六、肿瘤免疫检测
- 七、HLA检验

图解简明临床免疫学

矢田 纯一 著
姚 楨 译
赵 成 林 校

黑龙江省医学情报研究所

1 9 8 3

出版说明

“身临诊疗第一线的临床医生，常会遇到患者提出诸如感染、过敏、风湿以及癌症乃至衰老等等免疫学问题。这些问题，乍看起来好象和免疫学无关，然而实际上却是有着密切的联系。因此，免疫学知识对于医生来说是决不可缺少的。

“免疫学不但要观察抗原抗体反应，还要研究参与免疫反应的细胞。在机体内，免疫细胞组成一个‘生物社会’，他们相互交融，彼此协作，以极为精湛微妙的机制完成免疫反应。

“从而，欲理解免疫细胞的各种活动，倘有良图妙绘加以说明，当然是最为得力的了。免疫学成书应市者不少，而惟本书独具图解特征，且矢田教授文笔干练，通俗易懂，因向诊疗第一线上临床医生进言：务请一睹这一普及免疫学一般知识的书。”

以上是东京大学小林登教授为本书写的荐语中的几段话。

免疫学于近二十年内出现了迅猛的发展，并且今后亦将继续快速前进。因此，人们普遍地寄予以关心乃是时代的需要。我国医界，特别是临床医生也面临一个基础科学知识补充和更新的问题；初学者面临一个迅速领会，透彻理解和扼要记忆的问题。我们觉得本书在解决这些问题方面，象在国外极受推崇那样，实在是一件不可多得的有力武器。

在省卫生厅领导同志的关怀与鼓励下，哈尔滨医科大学姚桢副教授将原书译出，并经赵成林教授校阅。鉴于实际工作需要，我们又请译者摘编有关免疫学检验指标的参考值附录于译文后，现印制成册，以飨广大读者。本书能对奋力于社会主义四个现代化建设的同志们有所帮助，也是我们应尽的些微贡献。

黑龙江省医学情报研究所

1983年1月

目 录

免疫在机体中的作用	• 5
抗体的结构与功能	• 10
淋巴细胞的种类与功能	• 15
免疫系统在抗感染中的作用	• 20
抗体形成的调节机制	• 25
变态反应	• 30
免疫缺陷	• 35
肿瘤免疫	• 42
自身免疫现象和自身免疫病	• 48
移植免疫与HLA系统	• 53
附录 一些免疫学检验指标的参考值	• 57

- 一、体液免疫球蛋白正常值
- 二、T细胞与B细胞计数
- 三、淋巴细胞功能检查
- 四、巨噬细胞吞噬功能测定
- 五、变态反应性皮肤试验
- 六、肿瘤免疫检测
- 七、HLA检验

免疫在机体中的作用

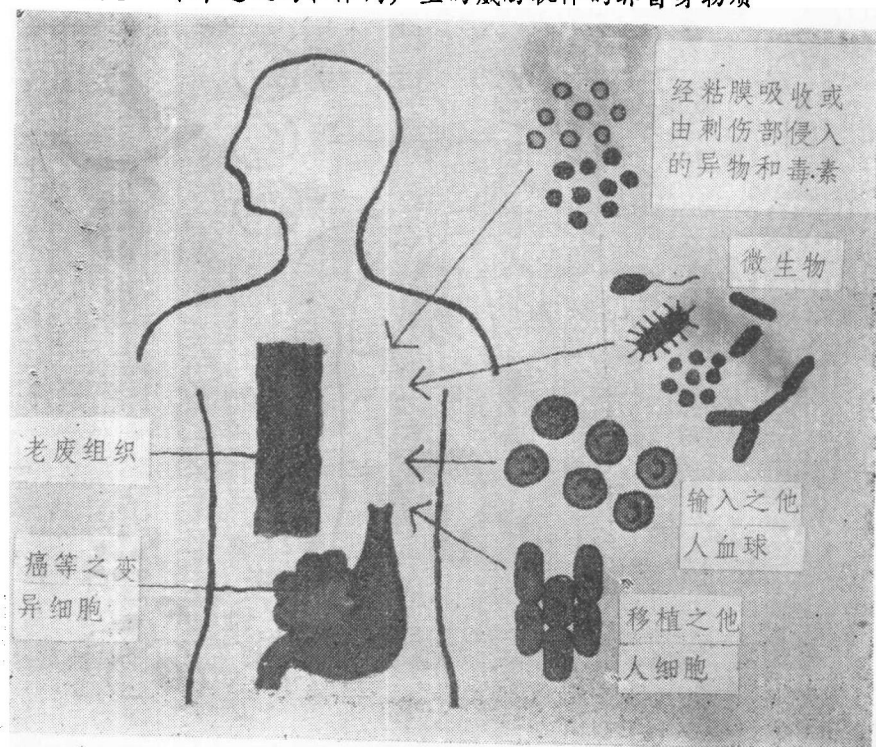
免疫系统在机体中担负着什么样的作用？一句话可概括为：它排除机体中的非自身（not-self）物质，保卫机体自身（self）组织以完成其功能。当机体受到微生物的入侵时，如能容许它在体内繁殖，则将遭受极大损伤，甚至危及生命。经表皮，尤其是经粘膜侵入的异物，由刺伤、咬伤或经注射或移植而进入机体的异物以及异体细胞等对于机体不仅是个累赘，有时甚至是有害的。

所谓机体的非自身物质，并不只限于自外界侵入的异物，机体内产生的诸如癌细胞那样的变异细胞和已丧失功能的老废组织也都是妨碍组织正常功能的物质。这些非自身物质的存在，是不适宜的。

清除这些来自体内外的非自身物质，就是免疫系统的任务（图1）。

倘若对于自身组织也发生如同清除异己物质那样的作用，那就不适当了。为了只对异己物质发生反应，而对自身组织不发生反应，那就必需具备一种能以识别两者的某种机制。已明确，具有对某些物质发生反应而对其它物质不发生反应的这种选择性的免疫因子是淋巴细胞和抗体。如能形成对非自身物质产生反应，而不同自身组织发生反应的淋巴细胞和抗体，则对自身组织与非自身物质的识别功能即能建立。抗体也是由淋巴细胞分化后所形成的产生抗体细胞而生成的。因此，可以说只要生成对非自身物质发生反应的淋巴细胞，也就已经满足了这一条件。

图1 外界进入的和体内产生的威胁机体的非自身物质



那么，通过什么样的机理才能形成不对自身组织发生反应，而只与非自身物质发生反应的淋巴细胞呢？通常，一个淋巴细胞只对一种相应抗原发生反应。这是由于淋巴细胞表面上存有同抗原相结合的受体，而且仅仅有对某一种特定抗原相对应的受体，所以只有当这种受体同对应抗原结合时才会导致淋巴细胞发生反应。象这样，只与特定的一种抗原相对应的淋巴细胞集团，称之为克隆（clone）。

一旦产生对应所有抗原的克隆之后，惟独对应自身组织（抗原）的克隆即被清除——这是关于上述条件构成机理的设想之一。尽管其消除的机理还不清楚，但如果从自身与非自

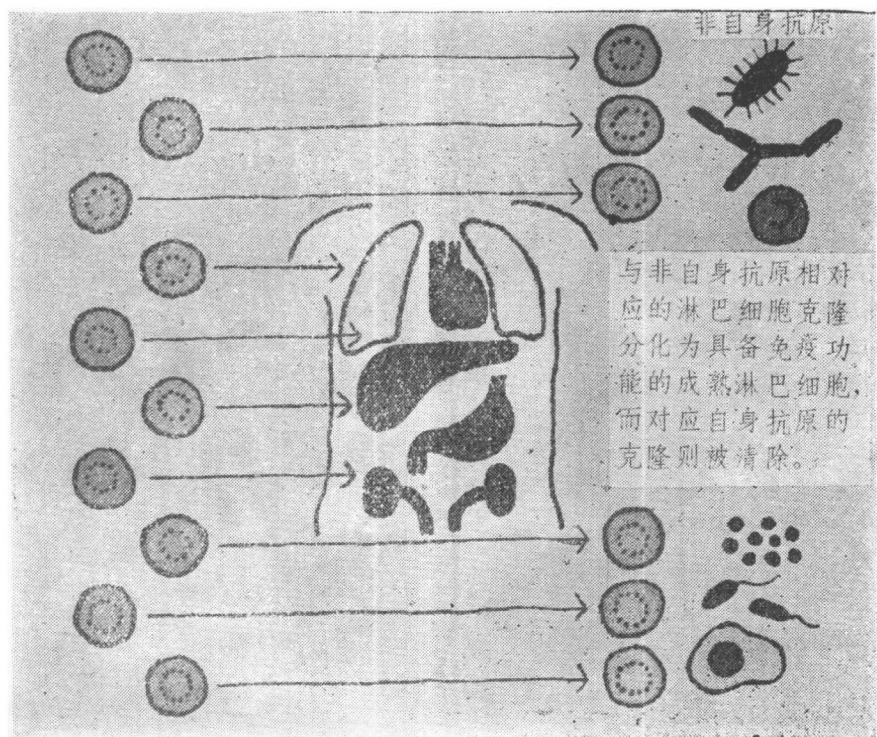
身抗原两者的差别来考虑，则会想到前者是经常地、大量地存在，因而有机会与淋巴细胞接触；淋巴细胞在它形成过程的未成熟阶段就已经与自身抗原相接触了。并可以想象，同抗原相接触的未成熟淋巴细胞会有可能停留在不成熟的休止状态或死掉。

在胸腺内，受其影响而分化的淋巴细胞叫T细胞。它是淋巴细胞中一个大的集团。也有人认为，对应自身抗原的T细胞克隆可能就是在胸腺内分化过程中被清除掉。

上述关于自身与非自身抗原的识别机制的设想称为克隆选择学说（图2）；但也可能涉及另外一种机制，即与自身抗原相对应的淋巴细

胞克隆的发生，被他种淋巴细胞所抑制。这种淋巴细胞叫做抑制T淋巴细胞（Suppressor）。

图2 克隆选择学说



假定抑制T细胞易被自身型抗原所激活，于是同自身抗原相对应的淋巴细胞便被抑制，因而不大可能发挥它的免疫功能。

这一机理，是当人们联想到对自身抗原的免疫应答的发生即自身免疫现象的发生时，才受到重视的。这就是当抑制自身反应的抑制T细胞功能不良时，是否就会引起自身免疫病的道理。

还有一种设想，就是淋巴细胞为了识别非自身物质应与自身抗原相对照，当觉察到与其有相异之点时才开始识别非自身抗原。这样一来，淋巴细胞对和自己相同的就不发生反应了。

如上所述，众说纷云。但是，目前似乎仍以“克隆选择学说”的机理占优势。

以上，我们叙述了如何识别非自身抗原，下面谈谈它是怎样被排除的问题。

机体为表皮所被覆，以防非自身物质由外

界侵入。除这种物理的屏障之外，还有由粘膜表面分泌抗体与非自身抗原结合，进行中和以防止侵入的机制。象这样设在非自身物质侵入门户的防御免疫，称为局部免疫。

侵入机体内的异物，在大多数情况下被吞噬细胞吞噬并消化掉。吞噬细胞主要由血液中的嗜中性粒细胞，巨噬细胞(单核细胞)和组织巨噬细胞来充当。淋巴组织、腹腔、肺泡、肝脏以及神经组织等等各种组织中有组织巨噬细胞，由它来处理异物和老废组织；其来源，似乎来自该组织本身和血中的单核细胞。

异质度大的异物，就在被吞噬细胞捕获处被处理。吞噬细胞并不具有抗原受体，它本质上没有识别非自身与自身物质的能力。那么，吞噬细胞是怎样识别并吞噬非自身物质的呢？机体能针对非自身抗原产生抗体，该抗体与非自身抗原结合。机体对于自身组织不产生抗体。因此，与抗体结合的可以说只限于非自身抗原，即由于结合有抗体就成为识别非自身抗原

的标记。

吞噬细胞对结合有抗体的非自身抗原更能发挥吞噬作用，并将其处理。这时，补体也参与这一作用。抗体与非自身抗原相结合便激活补体系统，一部分活化的补体与非自身抗原结合。这样，可更加增强吞噬细胞的吞噬作用。在非自身抗原中，还有不与抗体结合便能激活补体系统者，这种非自身抗原结合活化的补体，同样可以成为吞噬细胞的吞噬对象。

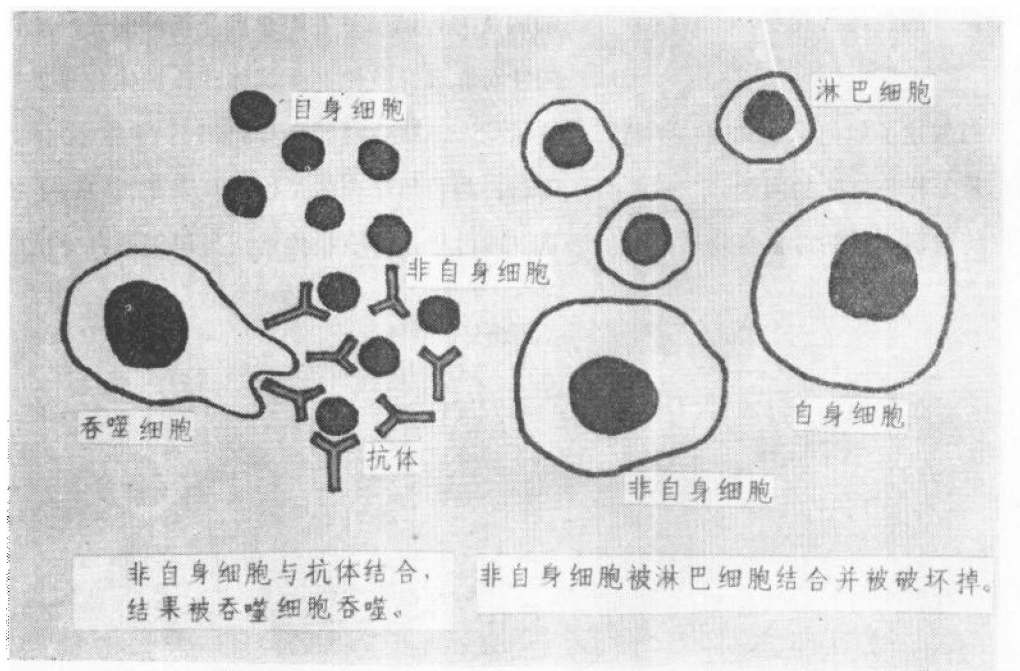
倘若非自身物质为细胞，当处理时，先将细胞加以破坏为好。破坏非自身细胞的机制有各种各样。对于应破坏的非自身细胞和应予保留的自身细胞的识别，一个根据也是与抗体的

结合。同抗体结合的细胞受活化补体的作用而被破坏，这称为**免疫细胞溶解现象**。还有，经与抗体结合的细胞也可被称做**K细胞**的一种淋巴细胞和部分的巨噬细胞破坏。

在破坏非自身细胞上起最主要作用的可能是**T细胞**。如上述那样，淋巴细胞具有抗原受体，有识别非自身细胞的能力。同非自身细胞发生反应的T细胞能将其反应对手细胞破坏掉。

也有这样一种淋巴细胞，它虽然不能严格地识别非自身抗原但能识别某种非自身细胞并能将其破坏。这种淋巴细胞称之为**NK细胞**（图3）。

图3 非自身细胞的排除机理



如上述，免疫机理有以识别非自身抗原开始反应的过程和反应结果排除非自身抗原的过程。我们将前一过程称为免疫反应的向心径路，后一过程称为离心径路。只有这两个径路充分活动，才有可能排除非自身抗原。从而有助于了解调节此种过程的复杂机制。进而有利于阐明当该机制紊乱时会发生免疫系统疾病，即发生免疫缺陷或变态反应。

与非自身抗原反应的结果，出现同该非自

身抗原相对应的淋巴细胞增多并残留抗体。当有同样的非自身抗原再次侵入机体时，便立即与那些淋巴细胞和抗体起作用而被处理，借以保护机体，这样即为对某种物质产生了免疫。对再次侵入的非自身抗原可引起更强更快的抗体产生，导致免疫应答，这是因为相对的淋巴细胞数增加，和成熟为更易反应的形态所致。上述这种现象称为免疫学的记忆。机体借此而获得对应非自身抗原之较强的抵抗力。

抗体的结构与功能

抗体是同特定的相应抗原以1比1的对应性结合的具有特殊性质的球蛋白。这种蛋白叫做**免疫球蛋白**。同它相结合的对对应物质叫做**抗原**。抗原分子中与抗体起反应的结构部分叫做**抗原决定簇**。抗原具有作用于淋巴细胞而使之产生同自身相对应的抗体的功能。

抗体分子的基本结构如图4所示，系由四条多肽链组成。其中二条长的称为**重〔H〕链** (heavy chain)，二条短的称为**轻〔L〕链** (Light chain)。轻链的近半数和重链的四分之三部分，其氨基酸排列即使在相应抗原种类有所改变时亦几乎不变，称这一部分为**稳定区** (Constant region)。重链和轻链的其余部分的氨基酸排列则随抗原之不同而异，称这部分为**可变区** (Variable region)。

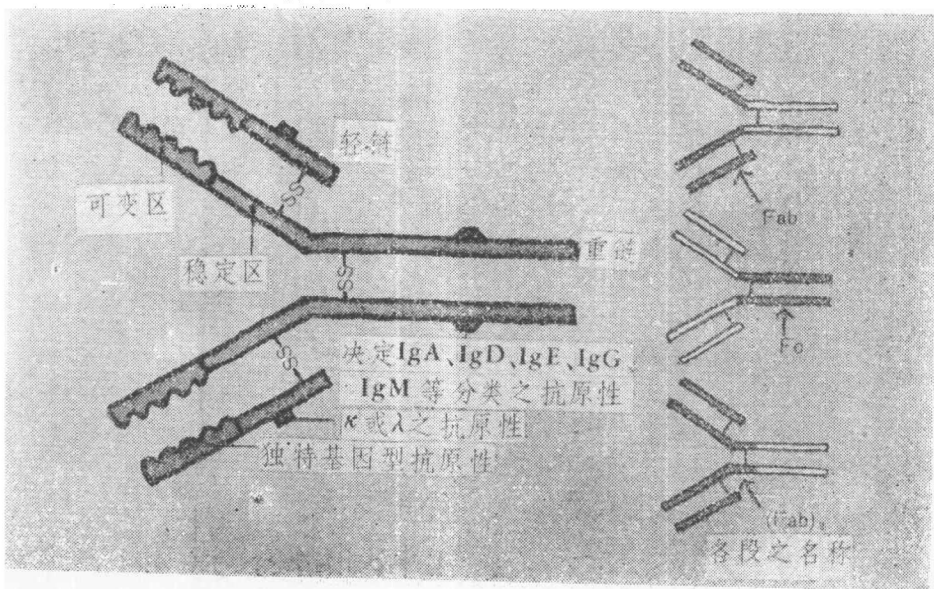
抗体分子轻链与重链各一条的成对部分称

为**Fab段**，其可变区是与抗原决定簇以1比1相对应结合的部分。抗体基本结构的每一个分子中有二个Fab段，故有二个与抗原相结合的部分。其余部分，即只有重链成对的部分称为**Fc段**。

由于抗体分子(免疫球蛋白)也是蛋白质，因此它可起到自身抗原的作用；如用以免疫其它动物时，则可形成相应的抗体。检查这种抗体时，免疫球蛋白可被分为抗原性相异的**五类(Class)**，即IgA、IgD、IgE、IgG和IgM。可供分类的抗原决定簇存在于重链。轻链上也同样存在抗原，一个免疫球蛋白分子具有κ或λ抗原。

决定免疫球蛋白分类的抗原α、δ、ε、γ、μ存在于任何个体。可是，也有的抗原只存在于某些人而另外一些人却没有。我们称这种抗

图4 抗体分子的基本结构



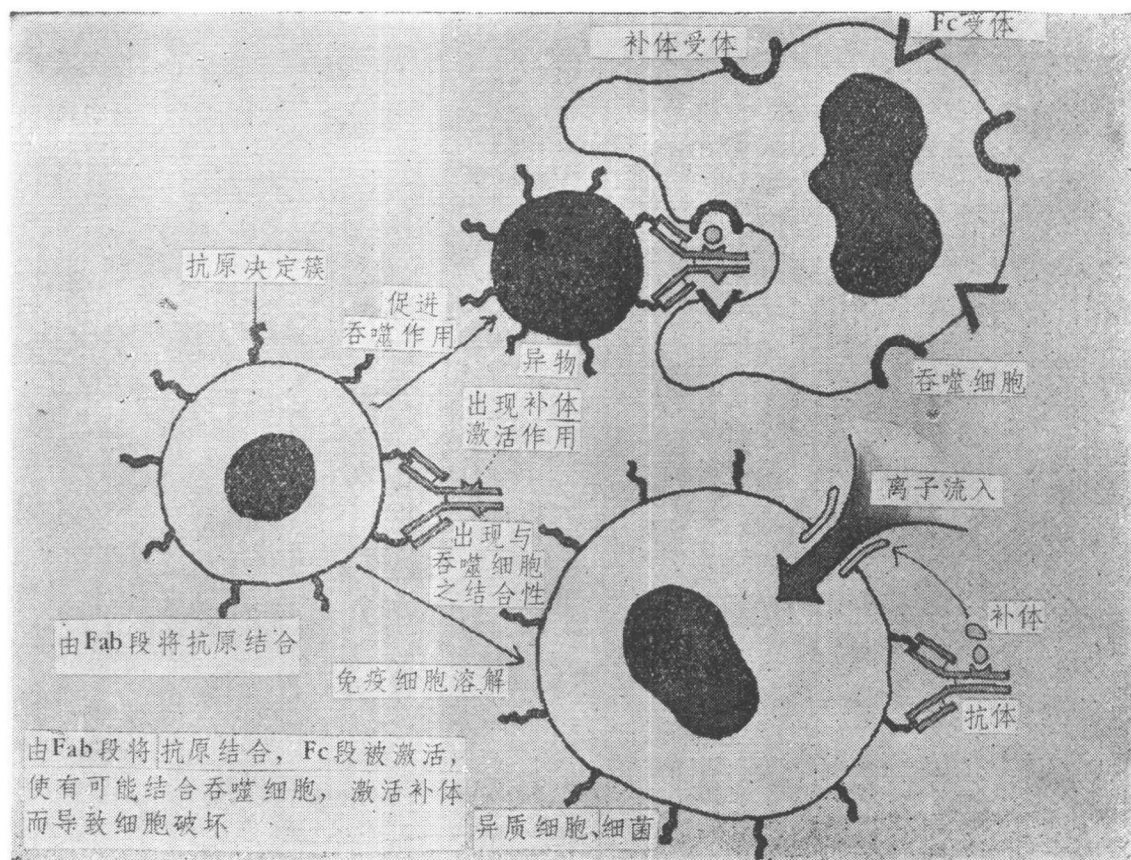
原为同种异型 (Allotype) 抗原。若将免疫球蛋白给他人注射, 则在其体内可能生成同种异型抗体。

与某特定抗原相对应的抗体同与其它抗原相对应的抗体应该具有不同的结构。那种具有抗原性的结构, 称之为个体基因型 (独特遗传型, Idiotype)。然而, 对同一抗原形成的抗体来说也并不都是同一个体基因型。这是因为对同一的抗原决定簇起反应的抗体, 其反应部的结构亦各稍有不同缘故。浆细胞瘤是肿瘤化的免疫球蛋白生成细胞, 它是单一克隆的细胞,

因而它形成的抗体具有单一的个体基因型。

抗体系在Fab段与抗原结合。仅就这一点来说, 就在某种程度上达到了机体防御的目的。粘膜表面上的抗体与微生物结合, 使后者丧失传染性, 从而达到防止其向机体内部侵入, 某种异物虽可通过粘膜侵入机体, 自然这也可由于与抗体结合而加以阻止。由刺伤或咬伤等创伤局部侵入的毒素同抗体结合, 很快便被中和, 从而使机体免受其害。同样, 在侵入门户增殖的病毒进入血流向全身播散的过程中,

图5 抗体的功能



也可被中和抗体所遏止。

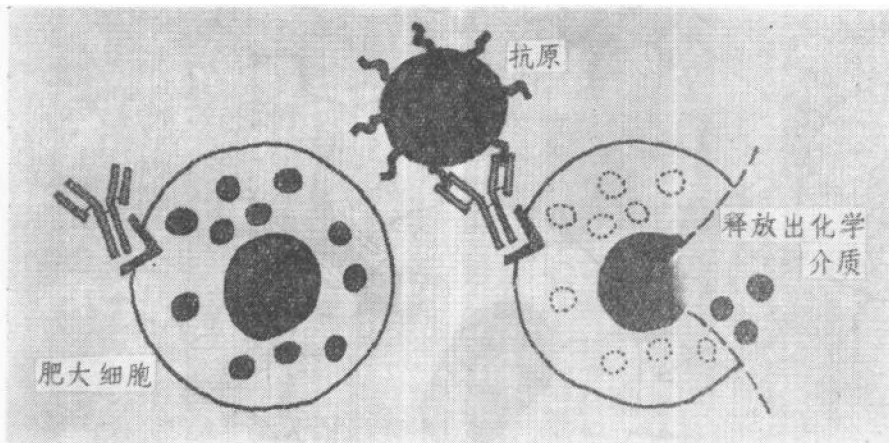
在许多情况下, 抗体为了充分发挥它的功能, 具有Fc段是很必要的。Fc段具有与细胞结合或与补体结合使之激活的性质(图5)。细菌和异物可被吞噬细胞吞噬、杀灭、破坏之后而被消化处理掉。但是, 吞噬细胞本身并没有严格的识别自身与非自身物质的能力, 它是将已与抗体结合的抗原(能形成抗体那就意味着是非自身物质)作为非自身物质而吞噬之。这时, 利用吞噬细胞表面上的Fc受体和C3受体, 同与非自身抗原结合的抗体以及与结合该抗体的补体发生反应以捕捉抗原。所以, 如果没有Fc段, 即使抗体与非自身抗原结合, 也无助于吞噬细胞的吞噬作用。

然而, 带有Fc段的抗体是不是就那么

无限地跟具Fc受体的细胞相结合呢? 假设是这样的话, 在与非自身抗原反应之前, 一个吞噬细胞便会和许许多多种类的抗体相结合了。这样的吞噬细胞与特定抗原反应的能力欠佳, 而需要的是只有对应特定抗原的抗体。实际上, 同吞噬细胞Fc受体能牢固相结合的是已与抗原发生反应的抗体; 而同未与抗原反应的抗体只不过是较弱的可逆性结合。所以, 吞噬细胞捕捉与抗原结合的抗体, 其结果也就完成对抗原物质的吞噬。

已与抗原发生反应的抗体为什么就变得容易同Fc受体结合了呢? 这是由于抗体分子在两处Fab段与抗原结合而使分子结构发生立体的改变, 使Fc段被激活所致。抗体分子以Fab段与抗原结合, 以Fc段把抗原交予吞噬细胞并使

图6 IgE抗体



IgE抗体具有与肥大细胞Fc受体结合的特性。如有抗原与之反应, 则由肥大细胞释放出组织胺等化学介质而导致组织损伤反应(速发型变态反应)。

后者将其处理，由此可见，抗体具有分担不同功能的结构单位。

同吞噬细胞 Fc 受体结合的主要是属于 IgG 的抗体。IgE 抗体具有与肥大细胞 Fc 受体结合的特性（图 6），这一事实与 IgE 抗体成为速发型变态反应的原因有关。肥大细胞的颗粒中含有大量作用于血管、平滑肌和粘膜细胞等的化学介质，肥大细胞上结合的 IgE 抗体与抗原发生反应时，由于释放出上述化学介质从而遭致组织损伤反应。

作为导致上述反应的抗体——IgE 抗体称为**反应素**(reagen)。在 IgG 抗体同吞噬细胞的 Fc 受体结合上，比已与抗原发生反应的抗体的效率为高。但 IgE 抗体则不同，在未与抗原反应阶段也容易结合。

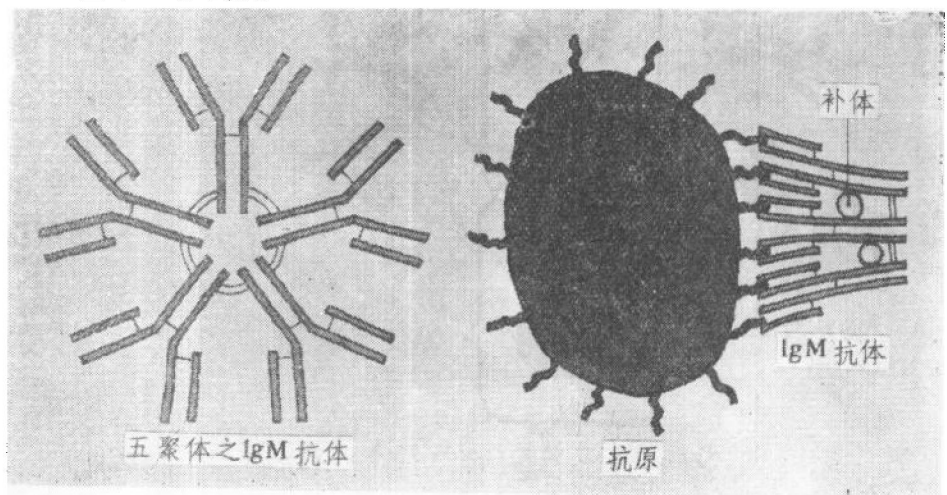
Fc 段的另一功能是结合补体并使其激

活。由于 Fab 段与抗原结合而引起结构改变的 Fc 段，同 C1 结合并使之活化。C1 继而与 C4 结合并使之活化，C4 激活 C2，如此连锁反应直至最终将 C9 激活。结合至 C3 时，由于吞噬细胞表面具有 C3 受体，抗原物质便与抗体 Fc 段一起而被吞噬（图 5）。

另外，补体系统激活过程中出现的来自补体的物质（C3a，C5a，C567）对吞噬细胞发挥**趋化因子**作用，在使吞噬细胞向抗原物质与抗体发生反应的部位集聚上起有重要作用。

和抗体发生反应的对方如为细胞或细菌时，C5～9 便在细胞膜上形成管状结构，即打开小洞。于是，外界的离子侵入细胞内，细胞遭到破坏（图 5）。上述情况在破坏非自身细胞上是起作用的，此种现象叫做**免疫细胞溶解**或**免疫溶菌**。Fc 段的补体激活作用也是如同在 Fab 段结合抗原物质那样，与之结合正是为

图 7 IgM 抗体



为了激活补体，必需两个分子抗体的 Fc 段。IgM 抗体呈五聚体型。因此，激活补体的效率高。