

无脊椎动物的免疫性

G. W. 沃尔

无脊椎动物免疫性的问题,近年来受到了极大关注,并进行了有意义的争论。无脊椎动物的免疫现象及其与脊椎动物免疫性的确切关系,有两个重要理由使我们感兴趣。第一,对无脊椎动物免疫性的了解,将有助于我们采取措施与病害抗争,就有可能预防龙虾、虾、牡蛎等重要经济动物得性菌性、病毒性及其他寄生虫病,就能够促进利用微生物侵染而消灭危害作物的或作为人类病原体中间寄主的无脊椎动物。有人可能会误认为这些目标垂手可得,但应当牢记可以期望从基础科学研究得到好处,这是令人感兴趣的第二个原因。我认为,无脊椎动物免疫性实质的基本研究,可以从两个方面揭示出生物学的识别过程。其一是要阐明无脊椎动物没有脊椎动物免疫系统特有的复杂的细胞及分子结构但却能够识别异物的机制;其二是对于认识脊椎动物免疫性的进化起源问题具有潜在意义。

然而,在讨论无脊椎动物免疫性及其潜在意义之前,我想先简洁地介绍脊椎动物免疫性的几个基本特征,这对后面讨论无脊椎动物免疫性是必要的。脊椎动物免疫性具有其特异性、适应性(即具有“学习”的能力)以及与免疫球蛋白(即抗体分子)的内在的(我觉得是不可分割的)联系。因此,如果我们以研究脊椎动物免疫性进化起源的有关问题为目的而研究无脊椎动物的免疫性,我们就会提出以下问题:

(1) 特定的动物能对抗原的刺激产生可检测的特异反应吗?例如,如果用一种失活的毒素处理后,它是否会获得对该活性毒素的抗性,而对不相关的毒素无抗性?

(2) 反应有记忆吗?换句话说,重复使用某一特定的抗原作免疫试验时,能否得到更好的免疫性?以上例来说,用一种毒素作再次或

多次处理,通过测定对不断增加的活性毒素所产生的抗性,可以知道其免疫性是否更好?

(3) 观察到的免疫现象的分子基础是什么?无可置疑,现已弄清楚免疫球蛋白是脊椎动物的基本的分子识别单位。脊椎动物的免疫反应一般表现为两类:体液反应,基本成分是由淋巴细胞分泌到体液中的大量的特异抗体,即免疫球蛋白;细胞反应,即淋巴细胞直接与外来物质或细胞接触,从而加以消灭。分泌抗体的淋巴细胞称为B细胞(起源于哺乳动物的骨髓或鸟的法氏囊(Bursa of Fabricius));而细胞免疫,例如移植排斥,则是T细胞的功能之一,T细胞是以膜受体识别外来抗原的,膜受体至少带有一部分能与抗原结合的免疫球蛋白分子。

那么,用上所述及的脊椎动物免疫性的标准来试图分析所了解的无脊椎动物的免疫性,将能揭示些什么呢?

无脊椎动物免疫性的现象

已经有了很多无脊椎动物免疫性的有价值的研究。表1选列了部分,虽不完全,但我想是有代表性的。不能由这些结果(表1)下一普遍性结论,部份是由于资料汇集得不足,再则因为无脊椎动物各门是在进化上歧异的类群,现有资料不容我们下一个简单的、普遍的结论。例如,无脊椎动物的记忆成分在某些类群中可轻易地证实,比如腔肠动物的异物不相容性和蚌类的体液免疫性。但在其他很多场合却难以观察。然而有许多场合,特别是异体排斥,显而易见无脊椎动物的反应能够显示一些哺乳动物免疫性特有的现象,如专业化性和记忆。这一领域的一些研究者创造了类免疫性(quasi-immunity)这一术语来表达无脊椎动物的免疫反应,以与脊椎

表 1 无脊椎动物的特异性识别

类 群	现 象	记 忆	机 制
腔肠动物 (刺胞动物)	同种异体移 植物排斥	有	未知/细胞性
环节动物	同种和异种移 植物排斥	有	体腔变形细胞 类淋巴细胞
软体动物	清除噬菌体	有	细胞性?
	异种移植 物排斥	有——但 非特异性	细胞性?
昆 虫	包裹反应	—	体腔细胞
	抗 毒 性	有	体液性
	抗 毒 性	无	体液性?
	抗 菌 性	—	体液性
甲壳动物	噬菌体中和	—	体液性
棘皮动物	同种异体移 植物排斥	有	巨噬细胞,类 淋巴细胞
	清除异体 蛋白质	无	细胞性/体 液性
尾索动物	同种异体移 植物排斥	—	巨噬细胞 类淋巴细胞

动物的免疫反应相区别。我认为无论如何,在我们还没有大量证据证明脊椎动物与无脊椎动物的免疫性是同源的或同功的之前,这是一个精明的决定。这样的大量证据应当来自对无脊椎动物免疫性的遗传的、细胞的和分子基础的研究。

无脊椎动物免疫性的遗传、细胞和分子基础

由于我们在这些极重要方面的知识仍然是很肤浅的,只能对这个题目予以简单评述。这里不打算陈述该领域的工作的性质,只谈其困难性及不足性。

无脊椎动物免疫性的遗传学,尤其是排斥移植组织方面,仅只是在一种群集的被囊动物(*Borryllus primigenus*)得以清晰阐明,它的排斥遗传学显然与高等植物花粉相容性的同功程度胜于脊椎动物细胞介导免疫。换句话说,如果控制组织相容性位点(即所谓 MHC——主要组织相容性复合基因)不同,脊椎动物就会排斥皮肤移植。而在被囊动物中,只要控制愈合相容性的位点相似,就会接受移植,所以基因型 AB 和 BC 的被囊动物的相互移植可顺利愈

合。这与上述脊椎动物中的情况相反。首先,这表明脊椎动物和原索被囊动物的控制愈合(移植)相容性的机制极不相同;其次,需要进行详细研究以证明这种差异的普遍性和显著性。

无脊椎动物免疫性的细胞基础还不清楚。涉及的细胞常表现与巨噬细胞和脊椎动物淋巴细胞在形态上的一些相似性(表 1)。然而,形态学的相似程度可认为是提供了同源性的确切证据这一观点是值得讨论的。我的看法是,在分析淋巴细胞的系统发生时,特别是当我们把无脊椎动物各类群如环节动物与从后口动物衍生来的脊椎动物进行比较时,形态学只不过是一个粗劣的标准。看来趋同进化的可能性是十分切实的,并且我认为无脊椎动物免疫性进化问题的贴切答案应来自于分子机制的阐述、以及脊椎动物与无脊椎动物的免疫效应分子之间存在的结构同源程度。而无脊椎动物免疫性的分子基础这方面的知识实际上未作探究,且在该领域已掌握的知识如无脊椎动物外源凝集素、凝集素和其他分子所表现的、对异体分子的专一性,也没有得到任何与脊椎动物免疫球蛋白相类似的证据。

但我并不是说无脊椎动物免疫性的所有工作都应该转向分子结构的研究。当这一研究领域显然需要加强时,就要系统地进行这样的生化研究:(1)应明确确立无脊椎动物免疫性的现象和遗传基础;(2)必须了解所涉及的细胞的特性和生理学。

此外,我认为很可能会证明很多无脊椎动物的免疫反应不是与脊椎动物的免疫反应直接同源的。这样,我们就会有机会研究识别异体的其他更为基本的机制,如吞噬作用,这些机制与免疫球蛋白无关。

在所有这些方面,无脊椎动物免疫性这一领域中尚未发现的引人入胜的东西是很多的。

[金道超译自《无脊椎动物病理学杂志》(Journal of Invertebrate Pathology)(英)1981, 38(5):311—314 宋大祥 校]