

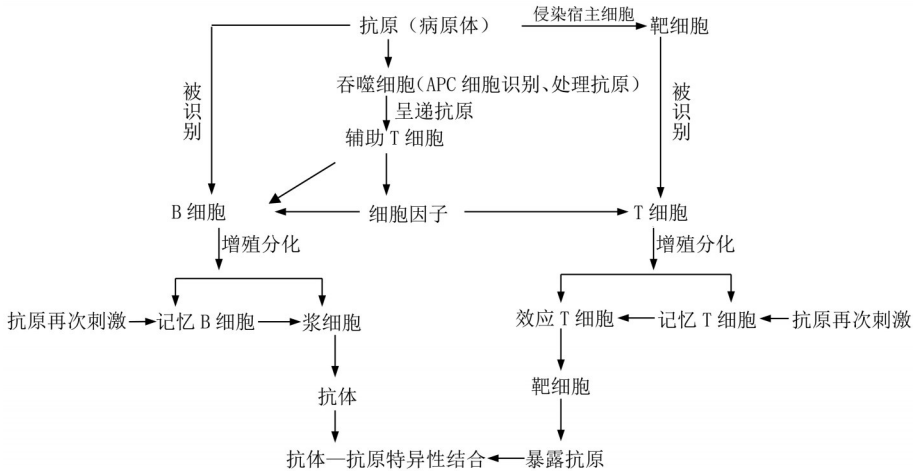
生物

免疫调节专题复习策略

北京市第四中学正高级教师 赵晓刚

免疫调节与人类健康密切相关,免疫应答机制、免疫检测、免疫预防等相关知识和科学情境是培育学生核心素养的良好载体。在真实情境中基于生命观念,运用科学思维和科学探究解决“真问题”,彰显和实践社会责任,是学生形成生物学核心素养的必然途径。重视科技前沿成果,设置真实科研情境与任务,启迪考生像科学家一样思考,是北京高考的重要特点。

一、特异性免疫



问题情境:对于未知的病原体或抗原,人体是如何识别抗原并产生特异性抗体的?世界上存在着各种各样的抗原,种类几乎是无限的,需要人体抗体的种类也是无限的。科学研究发现,人体基因约2万种,人体抗体的种类远远大于基因的种类,约 10^{10} 种以上,抗体的多样性产生的原因是什么?下面通过基于科研情景的典型例题,给同学们一个科学的解释。

【例1】通过基因组分析,科学家发现新冠病毒很可能来源于蝙蝠携带的某种冠状病毒,但其很难从宿主蝙蝠直接传播到人,而穿山甲很可能是其中间宿主。请回答下列问题:

- (1)新冠病毒感染人体后,引起_____产生特异性抗体与病毒结合,阻止病毒_____宿主细胞。
- (2)人体是如何识别未知的病原体或抗原并产生特异性抗体的呢?科学家研究发现,抗体基因是通过抗体基因片段重组连接(基因重排)实现的。抗体分子基本结构是“Y”字型(图1),由两条相同的重链(H)和两条相同的轻链(L),均含可变区(V)和恒定区(C)。重链是由V、D、J、C基因片段编码的,轻链是由V、J、C基因片段编码的。人体V基因65种、D基因27种、J基因6种、C基因9种,重组酶可以从众多的V、D、J基因片段中选择1个V片段,1个D片段(轻链无D片段)和1个J片段重排在一起,再与C基因片段连接,才能编码完整的抗体多肽链(图2),轻链的编码与重链类似,形成抗体时,重链和2种轻链随机结合。

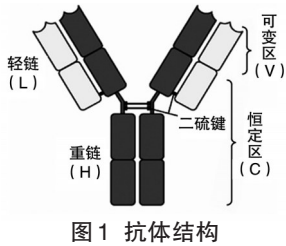


图1 抗体结构

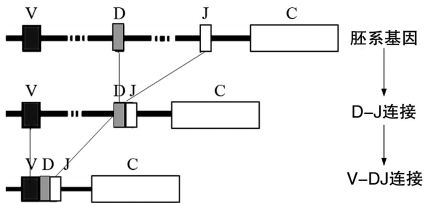


图2 抗体基因重组

- ①依据信息,人抗体重链(H)的种类有_____种(写出算式),与众多数目轻链随机结合是抗体多样性的主要原因。
- ②抗体各基因片段之间的连接往往并不准确,且B细胞增殖过程中发生_____,进一步增加了抗体多样性。

分析:高考注重真实的科研情境与任务,启迪考生像科学家一样思考,注重科学探究的考查,重点考查提出问题和解决问题的能力。

- (1)是对免疫机制的考查,答案:浆细胞;侵染。
- (2)建模思想是高考的重点,本题既考查抗体多样性的数学模型,也考查遗传的基本概念。参考答案:① $65 \times 27 \times 6 \times 9$;②基因突变。

二、MHC—主要组织相容性复合体

研究表明,器官移植时受体是否对供体器官发生免疫排斥,只取决于两者MHC是否完全相同。将一个品系(H-2^b)小鼠的皮肤移植给另外2只小鼠。第一个受者小鼠除MHC基因(H-2^b)之外遗传背景与供者完全相同,第二个受者小鼠MHC基因与供者相同但其它遗传背景不同。第一个受者小鼠的移植植物被排斥,而第二个受者小鼠则接受移植植物。

人体MHC有I、II、III型,其中MHC I表达于所有组织细胞,MHC II表达于吞噬细胞(抗原呈递细胞APC),辅助性T细胞识别II型MHC呈递的抗原,激活体液免疫和细胞免疫。胞毒T细胞识别I型MHC呈递的抗原,最终通过细胞免疫将靶细胞裂解。

问题情境:科学家用人工合成的14种抗原肽进行了如下实验(图3),该实验结果说明了什么?注射相同的疫苗后,不同人的特异性免疫激活程度一样吗?

图3实验说明抗原-MHC的结合力与Th细胞(辅助性T细胞)的增殖强度呈一定程度的正相关。不同个体之间MHC分子不同,与相同抗原的结合能力不同,导致辅助性T细胞的增殖强度不同,因此也会引起特异性免疫激活程度的差异。因此,很好地回答了面对新冠病毒感染不同人感受有所差异。

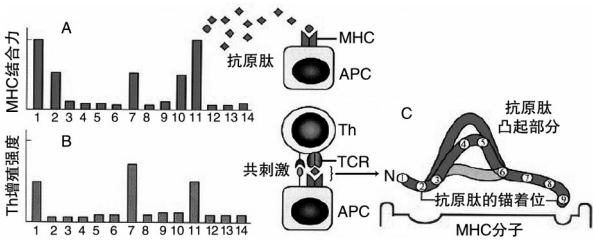


图3 MHC与抗原呈递

【例2】小鼠的MHC(主要组织相容性复合体)由位于17号染色体上的基因群控制,科学家利用基因群组成为aa的A品系小鼠和基因群组成为bb的B品系小鼠进行了如图4所示的杂交实验,并获得了X品系小鼠。(注:不考虑MHC基因群内各基因通过染色体交叉互换进行基因重组)

