

指向学科核心素养的单元主题式高三复习教学 ——基于新型冠状病毒诱导的免疫调节*

蓝良就 (福建省古田县第一中学 福建宁德 352100)

摘要 以免疫调节为例,以新型冠状病毒为线索,创设真实学习情境,开展免疫调节单元主题式教学活动,通过高考试题巩固强化,培养学生真实能力与学科核心素养,提高复习实效性。

关键词 核心素养 主题式教学 免疫调节

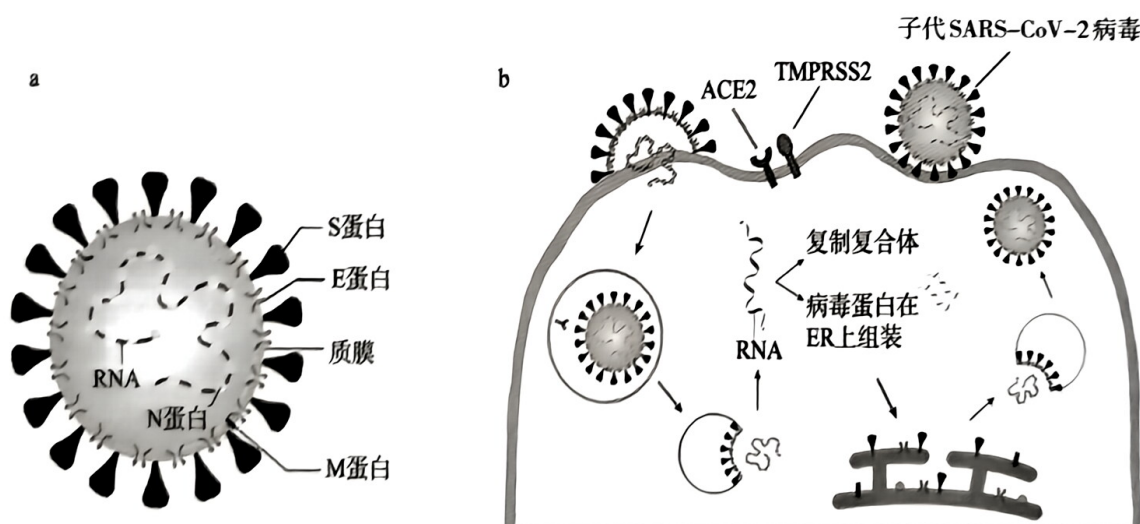
中国图书分类号:G633.91 文献标识码:A

单元主题式教学围绕某一明确主题,创设系列密切关联的情境,通过学生活动解决情境问题,梳理整合知识技能,促进大概念的形成和知识体系的构建。单元主题可打破章节限制,突显知识的逻辑与结构,具有较为宽广的视角与站位,益于将碎片化知识形成结构化知识,落实学科核心素养和认识学科思想价值。本文以免疫调节为例,以新型冠状病毒(SARS-CoV-2)及其引发的新型冠状病毒感染为线索,结合微课整合教学资源,指向学科核心素养,以“情境呈现—任务驱动—问题解决—强化巩固”为主线,开展主题式复习教学。

1 教学过程

1.1 认识抗原,构建更全面的生命观

情境1:认识新型冠状病毒。新型冠状病毒属于严重急性呼吸综合征相关的新毒株,是2003年发现的SARS-CoV的姊妹株,均属于冠状病毒科 β -冠状病毒属,被命名为SARS-CoV-2,二者序列同源性高达96%^[1-2]。同时,呈现必修1第1章第1节SARS病毒示意图与SARS-CoV-2模式图(图1-a),以及病毒增殖过程示意图(图1-b)。



注:TMPRSS2为跨膜丝氨酸蛋白酶2;ER为内质网;ACE2为血管紧张素转化酶2

图1 SARS-CoV-2的基本结构(a)与增殖过程示意图(b)^[3]

*基金项目:福建省教育科学“十四五”规划2022年度立项课题“基于大概念的高中生物单元主题教学研究”(FJJKZX22-266)

思考与讨论:1)该病毒有哪些主要结构?各有何功能?2)为什么新型冠状病毒被称为SARS-CoV-2?

从图1-a可看出,SARS-CoV-2主要包括单链正义RNA、各种蛋白和质膜3个结构,着重探讨刺突S糖蛋白(S蛋白)的抗原性以及介导病毒入侵的机制,在分子水平认识抗原,引导学生举例说明病原体、外毒素等外来抗原,自身免疫病、癌变细胞等自身抗原,认识抗原的多样性及其特点。

教学意图:明白SARS-CoV-2的组成结构,使学生认识到病毒具有与其生存相适应的精巧结构与功能。认同蝙蝠等野生动物是许多病原体的宿主,摒弃食用野生动物的陋习,倡导健康生活方式。

1.2 探寻抗原入侵途径与机体免疫应答,培养科学思维与科学探究能力

情境2:病毒感染过程。人体皮肤可以阻挡病毒,但口、鼻、眼、黏膜,以及肺部细胞、巨噬细胞等广泛表达血管紧张素转换酶2(ACE2),其中肺血管内皮细胞表达量最多^[1]。SARS-CoV-2接触到这些部分,S蛋白与其受体ACE2识别,并被裂解为S1和S2 2个亚基,S1的受体结合域与

ACE2结合,导致病毒入侵。接着围绕图1-b,探讨病毒在宿主细胞内的增殖与释放过程:核衣壳释放、病毒RNA借助宿主细胞进行翻译和复制、病毒颗粒在内质网组装;之后通过胞吐作用由高尔基体释放新病毒^[1],引起机体免疫应答。引导学生回顾基因表达、RNA复制、细胞器间分工合作等知识点,并让学生思考宿主细胞高尔基体参与子代SARS-CoV-2质膜形成对其入侵细胞的生物学作用。

思考与讨论:1)病毒如何突破免疫防线?如何在宿主细胞中增殖与释放?2)机体如何产生体液免疫、细胞免疫?

播放SARS-CoV-2相关微课,探讨病毒识别受体与入侵细胞的机制,理解确保口、鼻、眼和呼吸道远离病毒的原理。结合教材内容,引导学生进行概念建模,构建免疫系统三道防线、特异性免疫应答的概念模型(图2)。教师可追问:非特异性免疫与特异性免疫、体液免疫与细胞免疫有何区别与联系?免疫系统由哪些成分组成?引导学生以病毒入侵路径及免疫应答为线索分组讨论,着重讨论2种特异性免疫。最后,总结免疫系统的组成。

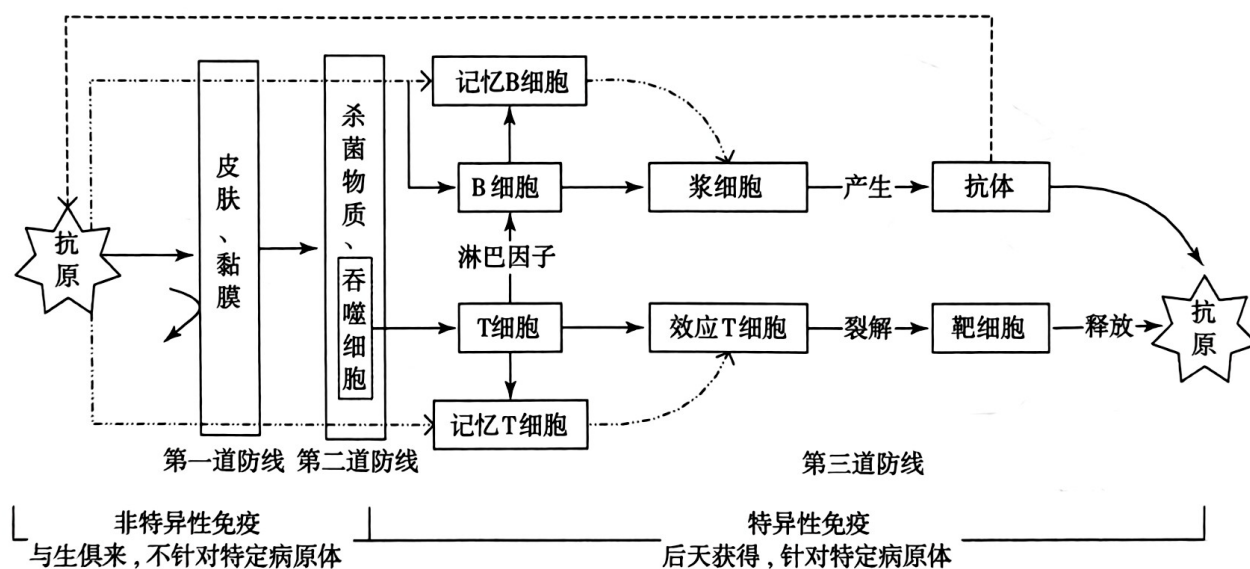


图2 免疫的三道防线与免疫应答

情境3:新型冠状病毒的检测。目前有核酸检测、抗原检测、抗体检测、病毒分离培养等方法,其中荧光定量PCR是核酸检测的主流方法,患病后期亦可进行抗体检测。

思考与讨论:1)从鼻咽拭子、肛拭子等样本提取的RNA不稳定,如何进行核酸检测?2)抗体检测

的原理是什么?如何检测?抗体检测有何不足?

第1个问题学生难以入手,为此,由浅入深开展教学活动。首先让学生分享核酸检测经历,并从病毒分布的角度探讨鼻咽拭子取样的原理,接着从稳定性与变异性角度探讨不宜直接检测RNA,需将RNA高度保守的序列经逆转录获得

cDNA 后进行检测的原因。最后以微课的形式,从定量角度探讨检测方法:荧光定量PCR法测定病毒量(图3)。感染后期,人体产生抗体,利用抗原-抗体杂交间接检测病毒。引导学生理解抗体检测有滞后性,易出现假阴性;检出抗体未必感染病毒,易出现假阳性,也可能是接种了疫苗。

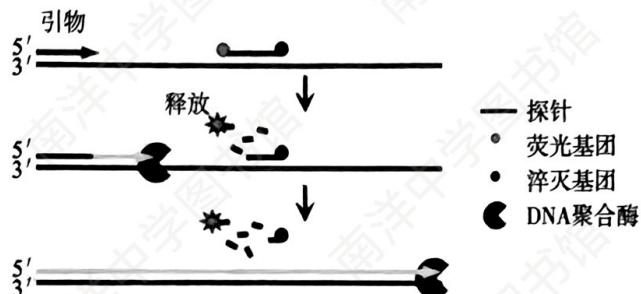


图3 荧光定量PCR示意图

学生活动:试题演练。

(2020年高考江苏卷)新型冠状病毒可通过表面的刺突蛋白(S蛋白)与人呼吸道黏膜上皮细胞的ACE2受体结合,侵入人体,引起感染。图4为病毒侵入后,人体内发生的部分免疫反应示意图。单克隆抗体可阻断病毒的黏附或入侵,故抗体药物的研发已成为研究热点之一。图5为筛选、制备抗S蛋白单克隆抗体的示意图。请据图回答下列问题。

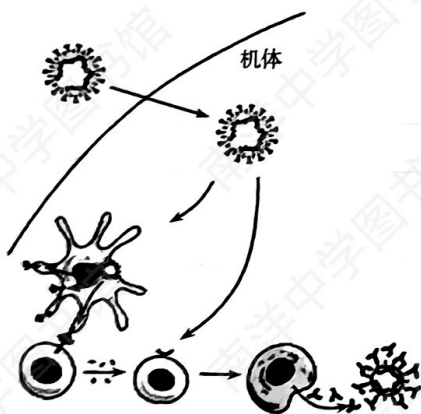


图4 部分免疫反应示意图(试题附图)

1)图4中人体内抗原递呈细胞吞噬病毒,并将病毒的抗原暴露在细胞表面,被_____细胞表面的受体识别后激活该细胞。

2)B细胞识别入侵的病毒后,在淋巴因子作用下,经过细胞的_____,形成_____细胞。

3)为判断疑似患者是否为新型冠状病毒感染者,采集鼻咽拭子主要用于病原学检查,检测病毒的_____;采集血液样本主要用于血清学检查,检测_____。

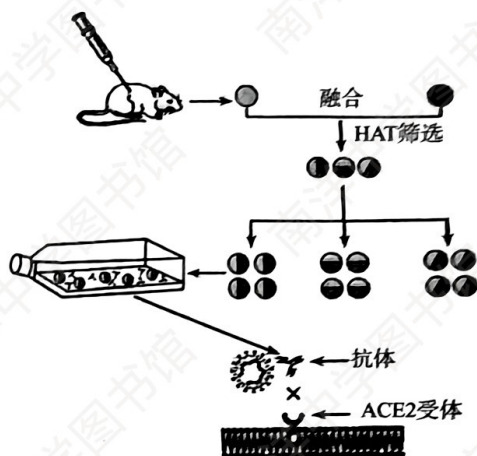


图5 筛选、制备抗S蛋白单克隆抗体的示意图(试题附图)

4)据图5所示,研制抗S蛋白单克隆抗体,需先注射_____以激活小鼠的免疫细胞,再提取激活的B细胞与骨髓瘤细胞融合,用HAT培养基筛选获得_____细胞。因为同一种抗原可能激活_____细胞,还需继续筛选才能获得分泌单克隆抗体的细胞株。

答案:1)T;2)增殖、分化,浆细胞和记忆;3)核酸,抗新型冠状病毒抗体;4)刺突蛋白(或S蛋白),杂交瘤,多种B。

教学意图:认识病毒与寄生相适应的特殊入侵,增殖、释放过程及检测方法,构建免疫应答概念图,形成完善的知识体系,提升学生的科学思维与科学探究能力。通过高考试题串联免疫知识要点,将试题情境与生活情境相结合,提升学生知识的应用能力。

1.3 认识疫苗,应用生物技术彰显社会责任

情境4:制备疫苗。疫苗是现代医学最伟大的成就之一,通过接种疫苗,人类抵御了许多烈性传染病。我国进行了灭活疫苗、重组蛋白疫苗、腺病毒载体疫苗、减毒流感病毒载体疫苗、核酸疫苗等5条技术路线的研究。

思考与讨论:1)如何制备上述疫苗?2)接种疫苗后,机体如何产生二次免疫?与初次相比,有何特点?

疫苗的制备知识跨度大,既涉及传统理化灭活、体外传代减毒培养技术,又涉及现代基因沉默、基因敲除、载体筛选与改造、cDNA与mRNA制备等技术。在组织讨论时,教师要为学生搭建思维支架,将新情境引向学生已有的知识经验,促进新知识构建。学生阅读选修3基因工程相关知识,上网搜索相关的资料,探讨现代疫苗制备的

原理与方法,引导学生以抗原及其决定基因为中心,绘制流程图,总结疫苗的制备原理与流

程(图6)。启发学生以数学建模的方式(图7),把握疫苗作用及二次免疫原理。

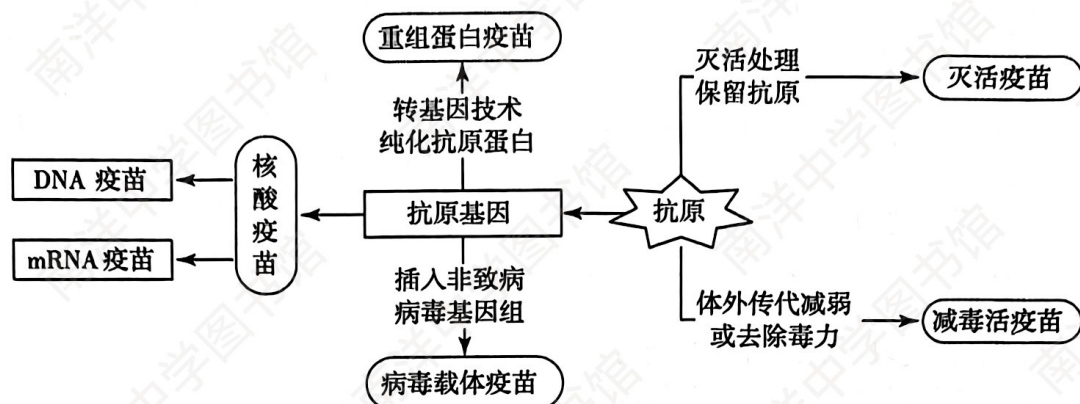


图6 疫苗制备原理

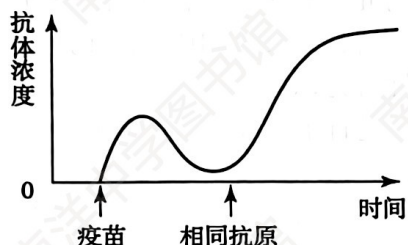


图7 接种疫苗与二次免疫的数学建模图

情境5:疫苗的有效性与安全性。

学生对此很感兴趣,让小组代表分享接种经历,说出所接疫苗名称,是否出现不良反应?多久才恢复?若未接种有何禁忌?通过亲身经历与实证讨论,学生认同现代科技对医学发展和健康保障的支撑作用,辩证地认识疫苗功能和副作用。由于不存在100%有效的疫苗,接种疫苗并不意味着完全免于感染,还要健全公共卫生措施^[4]。

学生活动:试题演练。

(2021年高考北京卷节选)新型冠状病毒疫苗有多种,其中我国科学家已研发出的腺病毒载体重组新型冠状病毒疫苗(重组疫苗)是一种基因工程疫苗,其基本制备步骤是:将新型冠状病毒的S基因连接到位于载体上的腺病毒基因组DNA中,重组载体经扩增后转入特定动物细胞,进而获得重组腺病毒并制成疫苗。

1)新型冠状病毒是RNA病毒,一般先通过_____得到cDNA,经_____获取S基因,酶切后再连接到载体。

2)重组疫苗中的S基因应编码_____。

A. 病毒与细胞识别蛋白

B. 与病毒核酸结合的蛋白。

C. 催化病毒核酸复制的酶

D. 帮助病毒组装的蛋白。

3)为保证安全性,制备重组疫苗时删除了腺病毒的某些基因,使其在人体中无法增殖,但重组疫苗仍然可以诱发人体产生针对新型冠状病毒的特异性免疫应答。该疫苗发挥作用的过程是:接种疫苗→_____→_____→诱发特异性免疫反应。

4)重组疫苗只需注射一针即可完成接种。数周后,接种者体内仍然能检测到重组腺病毒DNA,但其DNA不会整合到人的基因组中。请由此推测只需注射1针即可起到免疫保护作用的原因。

答案:1)逆转录/反转录,PCR扩增;2)A;3)(重组腺病毒)进入细胞,表达抗原;4)重组腺病毒DNA在人体细胞中持续表达抗原,反复刺激机体免疫系统。

教学意图:阐明疫苗种类及现代疫苗的制备方法与作用机制,辩证认识疫苗功能。通过高考试题情境,巩固疫苗知识,认同现代生物科技造福社会。

2 教学反思

本节课以SARS-CoV-2为主线,开展免疫调节复习教学。教学内容方面,单元主题教学打破章节限制,将免疫知识与基因工程相关内容有机融合,深度剖析抗原组成结构、传播途径、入侵增殖、检测原理、免疫防线、免疫应答,以及疫苗的制备及其保护效力与安全性,构建较为全面的知识体系,促进学生形成更为全面的生命观念。通

过5个情境和相关的思考与讨论、学生活动,增强学生基于病毒为抗原的免疫应答的科学思维与科学探究能力,提升高阶思维。同时渗透思想教育,增强社会责任与家国情怀,实现生物学学科核心素养的培养。

教学方法方面,重视信息技术应用,利用微课进行可视化教学,增强学生新鲜感和学习兴趣。加强建模教学,学生动手构建相应概念模型与数学模型,使知识结构化、网络化。学生亲历体验,在真实情境中学习并进行知识迁移,解决实际生活问题,并以高考试题当堂检测复习效果,使学生活动与高考无缝对接,强化学生学习动机,提高复习时效性。

主要参考文献

- [1] 刘力. 新型冠状病毒 SARS-CoV-2: 高致病性及其防治[J]. 基础医学与临床, 2020, 40(4): 433.
- [2] 李珂颖, 周艳琳, 赵晓会, 等. 新型冠状病毒(SARS-CoV-2)的致病过程及疫苗设计策略[J]. 病毒学报, 2020, 36(4): 703.
- [3] 李悦, 林昶东. 新型冠状病毒(SARS-CoV-2)概述[J]. 生命的化学, 2021, 41(3): 413.
- [4] 麦迪娜·金格斯, 郑碧芸, 尹平. 新型冠状病毒疫苗Ⅲ期临床试验及真实世界研究[J]. 医药导报, 2021, 40(9): 1159.

(E-mail: lanliangjiu@163.com)

沉痛悼念郑光美院士

我国著名动物学和鸟类生态学家、第八届全国人大代表、中国科学院院士、北京师范大学生命科学学院教授、《生物学通报》顾问郑光美先生因病医治无效,于2023年10月3日14时29分在北京逝世,享年91岁。

郑光美先生祖籍北京,1932年11月出生于黑龙江省哈尔滨市。1954年毕业于北京师范大学生物学系,同年8月留校任教,1956—1958年在东北师范大学研究生班学习。1986年被聘为北京师范大学生物学系教授,2003年11月当选中国科学院院士。

郑光美先生曾担任中国动物学会副理事长、鸟类学分会理事长和名誉理事长、中国野生动物保护协会常务理事、国家教委理科教学指导委员会生物学科副主任、《中国动物志》第五届编辑委员会委员、国际生物多样性计划中国国家委员会科学咨询委员、中华人民共和国濒危物种科学委员会委员、国家级自然保护区评审委员、*Avian Research* 和《生物学通报》主编、《动物学报》副主编、国际鸟类学委员会(IOC)资深委员、世界雉类协会(WPA)会长、国际鹤类基金会顾问。

郑光美先生一生严谨治学,在我国鸟类生态学等诸多领域进行了开拓性研究,其研究内容和方法长期引领中国鸟类学的发展,特别是在黄腹角雉等濒危雉类生态生物学和保护研究领域贡献卓著,具有重要的国际影响力,是世界濒危雉类保护生物学研究的带头人。他提出了鸟类近缘种在垂直分布上存在替代现象,阐明了鸟类从独巢到群巢的演化过程以及鸟类营巢的进化趋向;首次用景观生态学的理论对城市鸟类群落丰富度和岛屿化效应进行了系统研究,对我国伯劳科等鸟类分类进行了系统

的研究与订正。他依据国内外对鸟类分类和系统发育的最新研究成果,对中国鸟类的分类和分布进行了创新性研究,对世界鸟类分类系统和相关物种的分类地位进行了修订。他主编出版《中国濒危动物红皮书》(鸟类卷)等一批专著,发表研究论文100余篇,研究成果曾获国家自然科学二等奖、教育部科技进步二等奖等多项国家和省部级奖励。

郑光美先生是我国杰出的教育家。60多年来一直耕耘在教学一线,将他丰富的知识积淀传授给学生,用他的人格魅力感染学生,是北京师范大学最受学生欢迎的老师之一。他教学中不断更新和优化教学内容、改革教学手段和方法,长期引领着国内动物学教学改革和发展。1991年获评全国优秀教师、1997和2014年两次获国家优秀教学成果二等奖、2004年获评国家级精品课程、2007年获第三届高等学校教学名师奖,2021年获全国教材建设先进个人。主编出版了多部有影响力的教材,其中《普通动物学》和《普通动物学实验指导》累计印刷180万多册,是国内本领域印量最大、使用最广泛的教材。多部教材获评国家级规划教材、国家精品教材。他爱生乐教,提携后学,淡泊名利,曾多次捐资助学。他言传身教,为人师表,桃李满天下,其培养的研究生多已成为我国鸟类学事业发展的中坚力量。

郑光美院士生前任《生物学通报》学术顾问,曾任《生物学通报》多年编委、主编,为本刊的发展做出杰出贡献。他的逝世,是《生物学通报》的重大损失,也是我国动物学界的重大损失!沉痛悼念并深切缅怀郑光美院士!郑光美院士千古!

《生物学通报》编辑部

2023年10月