



基于科学史的支架式教学设计*

——以“被动运输”为例

湖南科技大学生命科学与健康学院 湖南湘潭(411201) 周航 张煜

湖南科技大学地球科学与空间信息工程学院 湖南湘潭(411201) 陈远其

摘要 以“水通道蛋白”发现历程为主线开展教学,通过搭建恰当的教学支架,引导学生深入科学家的探究过程,自主归纳自由扩散与协助扩散的异同,培养学生资料分析与问题解决的科学思维;通过探讨被动运输与传染病的联系,加强生命安全教育渗透,从而使生物学学科核心素养得到有效培养。

关键词 科学史;支架式教学;水通道蛋白;教学设计

文章编号 1005-2259(2024)3x-0048-03

《普通高中生物学课程标准(2017年版2020年修订)》明确指出学习生物科学史能使学生沿着科学家探索世界的道路,理解科学的本质和科学研究的思路和方法,学习科学家献身科学的精神,这对提高学生的生物学学科核心素养有重要意义^[1]。教育部印发的《生命安全与健康教育进中小学课程教材指南》中指出,学生在高中学段应了解传染病基础知识及防控措施,提高防范能力,能够分析传染病对社会、经济和科技发展的影响^[2]。

支架式教学是现代教学中一种重要的教学模式,其依据是最近发展区理论与建构主义理论^[3],通过改变传统课堂教学,调动学生主观能动性,从而培养学生自主解决问题的能力。本课例以“水通道蛋白”发现历程为主线开展教学,搭建恰当的教学支架,在层层深入的教学环节中,引导学生参与课堂、解决问题,自主建构出被动运输的概念,牢固关注人类遗传病意识,使教学效果得到有效提升。

1 教材分析与设计思路

本节课选自高中生物学必修1“分子与细胞”模块第4章第1节“被动运输”,前面已学习过的细胞膜结构、渗透作用与自由扩散,是本节教学的知识基础。在“被动运输”教学中,部分教师对于“水通道蛋白发现历程”的内容往往一笔带过,然而该内容中所涉及的科学思维和科学方法,不仅可以加强学生对生物学前沿的了解,而且还能够帮助学生对自由扩散与协

助扩散进行联系和区分。因此,将这部分内容融入本节教学,贯以教学支架进行衔接,对细胞膜、自由扩散、协助扩散等相关知识进行有机整合,有助于强化学生对“被动运输”理解的深度,使其建立知识模块之间的联系,促进学生科学思维能力的发展,以及生命观念的形成。依据科学史进行支架式教学的具体思路如图1所示。

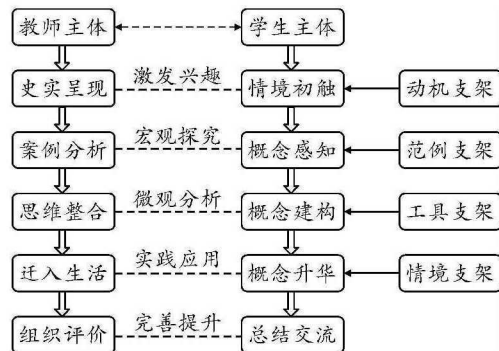


图1 教学设计思路图

2 学情分析

学生通过对细胞膜、自由扩散等内容的学习,初步形成结构与功能相适应的生命观念,为学习被动运输奠定了认知基础;通过学习“细胞学说建立过程”,逐渐具备从科学家探索历程中获取生物学知识的能力,为探寻“水通道蛋白发现历程”,建构“被动运输”概念奠定了能力基础。学生虽具备一定的资料分析与合作探究能力,但对于一些抽象、微观且具有一定复杂性的生理生化过程,难以进行理性判断,在头脑

* 基金项目:湖南省普通高等学校教学改革研究项目“师范专业认证背景下植物分类学课程改革”(编号:HNJG-2022-0773);湖南科技大学2022年教学改革项目“‘双碳’战略背景下《生态学》课程思政探索”(编号:22号)。



中建构通道蛋白的结构较为困难。

3 教学目标

(1)通过对水分子通道蛋白基础知识的学习,描绘出通道蛋白的微观结构,形成结构与功能相适应的生命观念;(2)通过对水通道蛋白科学史材料的解读,明晰自由扩散与协助扩散的异同,自主建构被动运输的概念,培养材料分析与问题解决的科学思维;(3)通过对社会热点进行讨论,领悟被动运输与人们健康生活密切相关,渗透研究水分子运输方式的现实意义,提高关注人类遗传病的社会责任。

4 教学过程

4.1 科学导入,激发兴趣

教师播放清华大学第30期“巅峰对话”——2003年诺贝尔化学奖获得者彼得·阿格雷(Peter Agre)教授讲述关于水通道蛋白发现与医学应用的视频,引出水通道蛋白,从而开始本节内容的学习。

设计意图 搭建动机支架,教师展示水通道蛋白发现与医学应用的视频,让学生在了解科学前沿的同时,认识到高中生物学知识与生活息息相关,调动学生对水通道蛋白学习的兴趣与积极性。

4.2 知识新授,感知概念

4.2.1 对水分子运输方式的探究

教师展示资料1:20世纪20年代以前,人们大多认为水分子仅以自由扩散的方式进出细胞膜。后经研究发现,肾近端小管等组织,吸水能力强且吸水速度快,平均每天吸收的水分约为 $150\text{ L}^{[4]}$ 。之后,教师引导学生回顾自由扩散的特点,同时提出问题:根据材料,思考水分子进出细胞是否还有其他运输方式?

教师展示资料2:1950年,科学家利用同位素标记法测量了不同情况下水通过细胞膜的能力,结果发现细胞膜对水的通透性远高于人造膜^[5]。教师根据材料,引导学生大胆假设:水分子进出细胞的方式可能不仅有自由扩散的方式,还存在其他运输方式或者需要借助介质进行运输。

设计意图 搭建认知策略支架,引导学生回顾旧知,以便教师定位学生对水分子运输方式的现有知识水平,及时调整教学。同时引领学生对所呈现的材料和提出的问题进行分析与思考,提出假设,培养学生分析问题和作出假设的思维方式。

4.2.2 对水通道蛋白结构的探究

教师展示资料3:1988年,科学家阿格雷偶然分离出一种新型膜蛋白,通过测试发现该物质是一种

跨膜寡聚蛋白,随后发现该蛋白在红细胞及肾近端小管中含量丰富,并和细胞膜的基本骨架结合紧密^[6]。教师提问:根据材料,你能分析得出该膜蛋白的结构吗?

教师展示资料4:1991年,阿格雷对该膜蛋白进行序列鉴定与cDNA克隆操作^[7],经过测序发现此膜蛋白与某种内在蛋白的相似性较高,推测该蛋白可能为运输水分的通道^[4]。之后,教师对学生进行分组,并向每组提供一份用卡纸与磁铁拼接而成的细胞膜基本结构,要求学生结合资料,联系细胞膜结构的基本内容,尝试在卡纸上画出该膜蛋白的结构。

设计意图 搭建问题支架,使学生进一步感知水通道蛋白的宏观结构,并在此基础上搭建与细胞膜结构相关的工具支架,引领学生对水通道蛋白结构进行描绘,为构建协助扩散概念作铺垫。此教学环节可使学生在课堂活动中化被动为主动,在锻炼学生动手能力的同时,深化其结构与功能观。

4.2.3 对水通道蛋白特性的探究

教师展示资料5:1992年,阿格雷团队将含有新型膜蛋白与不含有此蛋白的细胞放入低渗溶液中进行对比观察,发现含有新型膜蛋白的细胞迅速吸水膨胀破裂,吸水性能明显发生变化^[8]。并通过体脂实验对该蛋白的化学性能与物理性能进行检测,证明了此种蛋白为专一性水通道蛋白^[9]。

教师提出问题:在材料所涉及的实验中,自变量、因变量以及对照组分别是什么?根据实验现象可以得出什么结论?该水通道蛋白运输水分子的方向是什么?学生以小组为单位进行探讨。

设计意图 搭建范例支架、问题支架等不同类型的教学支架,引导学生小组对实验进行分析与探讨,考查学生对自变量、因变量与对照组的辨析能力。同时,学生通过组间交流,得出水通道蛋白运输水分子的方向为顺浓度梯度这一结论,渐渐明晰协助扩散的概念内涵,提高了总结概括与表达交流能力。

4.3 支架驱动,建构概念

教师播放转运蛋白运输物质进出细胞的动画,与学生一同完善本节课开始时学生分组绘制的水通道蛋白结构,教师布置任务:通过对水分子运输方式的探讨,结合上节课所学习的自由扩散内容,可以归纳出协助扩散与自由扩散有何异同,它们的影响因素有哪些;尝试将表格(表1)补充完整,并对被动运输的概念进行表述。



表1 水分子运输方式的比较

运输方式	方向	动力	载体	能量
自由扩散				
协助扩散				

学生填写表格,自主建构协助扩散概念,教师给予积极反馈,并补充自由扩散与协助扩散所对应的相关典例,介绍此两种运输方式皆属于被动运输,帮助学生完成对被动运输概念的阐述。

设计意图 搭建工具支架,化抽象为具体,帮助学生强化对水通道蛋白微观结构相关知识点的学习。在工具支架的辅助下,学生能够自主梳理出两种跨膜运输方式的概念与特点,从而建构出协助扩散以及被动运输的概念,形成清晰的知识体系。

4.4 知识升华,迁入生活

教师展示资料:多囊肾病是一种常见的遗传疾病,以双肾出现多个囊肿为特征,常伴有血尿、高血压等症状。之所以引发此类疾病,是由于患者肾囊泡上皮细胞某种水通道蛋白的表达受到影响,导致细胞体积与内部渗透压出现异常,造成肾囊泡液体分泌和增生。这一发现为多囊肾病的治疗带来了新的希望。教师就此提出问题:肾脏中的水分子存在哪些运输方式,并说明理由;结合例子说明被动运输对细胞和个体有什么重要意义。

设计意图 通过搭建情境支架,使学生将新建构的概念应用于实际生活;通过关联社会热点,提高学生关注人类遗传病的意识,使其认识到个体生命活动的正常进行离不开被动运输,培养学生利用生物学知识解决现实生活问题的社会责任意识。

4.5 整合交流,总结评价

教师展示细胞膜流动镶嵌模型示意图,布置任务:在图上标出 O_2 进细胞、甘油出细胞、葡萄糖进出哺乳动物成熟红细胞的过程示意图,可以添加符号表示与文字说明;根据课堂中对物质跨膜运输方式、特点以及异同的归纳,在坐标轴上绘制所涉及运输方式与运输速率之间的线性关系。学生以小组为单位互相进行点评,查漏补缺,总结本节课的知识脉络。

设计意图 开展物理与数学模型构建活动,引领学生将所掌握的内容以不同形式进行呈现,避免知识的割裂与碎片化。通过小组互评,学生在交流中进行思维整合,完成对被动运输的科学认识与评价,以达到对概念与原理的深层次理解。

5 教学反思

本节课以“水通道蛋白”发现历程为主线开展教学,在教学环节中搭建合适的教学支架,转变以接受式学习为主的传统课堂教学,有效促进学生多角度汲取知识,加强学生知识储备,潜移默化地提高学生自主学习能力,达到教学效果最优化。

教师首先运用动机支架,激发学生对水分子运输方式的求知欲;进而融入认知策略支架、问题支架、范例支架,帮助学生打破思维定式,对水通道蛋白的结构与特性进行关联,将自由扩散与协助扩散的异同内化于心,建构被动运输概念;最后设计与社会热点密切相关的情境支架,渗透生命安全教育,拓宽学生视野,促使其学以致用,完成对被动运输概念表层理解向深层体会的转化。但支架的采取应以学生实际情况与认知发展规律为根基,教师需根据教学情境对教学支架进行不同维度的选定与组合,有效提升教学支架的课堂效果。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中生物学课程标准:2017年版2020年修订[M].北京:人民教育出版社,2020:60.
- [2] 中华人民共和国教育部. 教育部印发《生命安全与健康教育进中小学课程教材指南》的通知[EB/OL]. (2021-11-15)[2022-09-27]. https://www.moe.gov.cn/src-site/A26/s_8001/202111/t_20211115_5798_15.html.
- [3] 周海英. 支架式教学在高中生物学教学中的应用[J]. 中学生物教学,2022(9):42-43.
- [4] 杨潘云,王舫,代洁纯,等. 水通道蛋白:一次意外的发现[J]. 生物学通报,2010,45(7):24-27.
- [5] Agre P. The Aquaporin water channels[J]. Bioscience Reports,2004,24(3):127-163.
- [6] Denker B M,Smith B L,Kuhajda F P,et al. Identification, purification, and partial characterization of a novel Mr 28,000 integral membrane protein from erythrocytes and renal tubules[J]. Journal of Biological Chemistry,1988,263(30):15634-15642.
- [7] Preston G M,Agre P. Isolation of the cDNA for erythrocyte integral membrane protein of 28 kilodaltons: member of an ancient channel family[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America,1991,88(24):11110-11114.
- [8] Preston G M,Carroll T P,Guggino W B,et al. Appearance of water channels in Xenopus oocytes expressing red cell CHIP28 protein[J]. Science,1992,256(5055):385-387.
- [9] Zeidel M L,Ambudkar S V,Smith B L,et al. Reconstitution of functional water channels in liposomes containing purified red cell CHIP28 protein[J]. Biochemistry,1992,31(33):7436-7440. ▲