

# 基于科学思维的“精子的形成过程”教学探讨

庄佩璇 林佳奕 胡继飞\* (广东第二师范学院生物学院 广州 510303)

摘要 本文将逆向推理和假说—演绎的科学方法贯穿于“精子的形成过程”的教学过程:由创设的模拟情境引发学生的认知冲突,从而提出问题;以逆推有丝分裂为思维基础,设置问题串引导学生由精子逆推到次级精母细胞,再逆推回到精原细胞;通过科学史验证之后继续进行模型的建构,启发学生从正向过程归纳总结,有效突破教学难点。

关键词 理性思维 逆向推理 假设演绎法 精子的形成过程

## 1 内容分析

本课选自人教版高中生物学必修 2 第 2 章第 1 节,教材以染色体的形态、数目和位置的变化为线索,介绍了同源染色体、四分体和联会等基本概念,以及精子的形成过程。其重要概念是“精子的形成过程”,相关的概念分析见图 1。

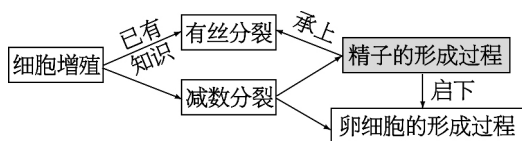


图 1 “精子的形成过程”概念分析图

通过对精子的形成过程中同源染色体的联会分离、非同源染色体的自由组合的学习,既承接了有丝分裂的内容,又为下一节课“基因在染色体上”的类比推理、孟德尔规律的现代解释作铺垫,同时是后面基因重组、染色体变异和人类遗传病等内容学习的重要基础,对理解生物变异有重要作用。另外,精子和卵细胞的形成过程大致相同,学好这一课时,便于第二课时卵细胞形成过程的学习。

## 2 学情分析

通过初中的学习,学生已经知道有性生殖的个体从受精卵发育而来,识别过人体细胞染色体图谱,对“同源”和“成对”已经建立了朴素概念。在必修 1 学习了“细胞的增殖”,知道细胞增殖的其中两种方式——

有丝分裂和无丝分裂,掌握了有丝分裂中染色体数目和行的变化,这对学生理解减数第二次分裂的过程有正迁移作用。但同时,该内容对减数第一次分裂的学习有负迁移作用,学生容易混淆减数第一次分裂和有丝分裂中染色体行的变化。另外,学生对同源染色体和姐妹染色单体的概念理解不透彻,常将两者混淆。而在上一章的学习中,学生已经知道假说—演绎的方法步骤,但尚未尝试用这一方法解决更多的生物学问题。

根据皮亚杰的儿童认知发展阶段论,高一学生思维达到了一定的抽象逻辑推理水平,具备较好的认知能力、观察分析能力及自主学习能力,能看懂减数分裂的图解,可以对有丝分裂和减数分裂进行分析比较。但他们无法从日常生活中获得对细胞内物质变化的感性认识,因而难以把握其本质,在逻辑推理和抽象概括上还存在障碍,在习得智慧技能时,仍需要借助于直观形象的手段如动画、图解、模型等。

## 3 任务分析

现行高中生物课程标准对本课的描述包括“阐明细胞的减数分裂并模拟分裂过程中染色体的变化”和“举例说明配子的形成过程”。“阐明”和“举例说明”均属于认知领域的理解水平,要求学生能够与已有知识建立联系,同时把握精子形成过程中的内在逻辑关系,从而解释染色体行的变化。“模拟”属认知领域的应用水平,要求学生建构精子形成过程中染色体变

## 3 结语

论证式的科学探究促使学生像科学家那样收集资料、提出自己的主张,与同学、教师进行讨论、辩驳。在此过程中需要学生进行深层次的理性思考,有利于其构建、理解和应用生物学概念,掌握科学探究的方法;有助于发展学生的科学探究能力、批判思维的能力与决策能力;亦可结合社会性问题,提升其社会责任感。总之,通过以科学探究活动为支撑点的论证式教学是落实生物学科核心素养培养的一条有效途径。

(基金项目:浙江省 2016 年教研课题“基于高中

生核心素养培养的生物课程实施研究”,No 06475;绍兴市 2017 年规划教改课题“基于生物学科核心素养的高中实验教学整合与实施研究”,No SJG17314)

### 主要参考文献

[1] TOULMIN SE. 1985. The Use of Argument. London: Cambridge University Press, 87~99

[2] 潘瑶珍. 2011. 科学教育中的论证教学. 全球教育展望 40(2): 77~81

[3] DUSCHL RA, OSBORNE J. 2002. Supporting and promoting argumentation discourse in science education. Studies in Science Education, (38): 39~72

化的模型,从而对减数分裂的实质达到较高水平的理解。

通过对教学内容及学情的分析,结合课程标准将本课的教学目标确定为:

知识目标:①从发生范围、时间、特点、结果方面阐明减数分裂的概念;②区分姐妹染色单体和同源染色体,说出同源染色体和四分体的关系;③举例说明精子形成过程中各个时期的特点。

能力目标:①通过逆推精子形成的过程,培养学生的逆向思维和知识迁移的能力;②通过构建精子形成过程的物理模型和概念模型,培养建模的能力和语言表达能力。

情感态度与价值观目标:①积极参与模型建构,提高生物学兴趣;②通过小组合作学习,增强团队协作意识。

其中知识目标是对课标“阐明细胞的减数分裂”的细化和具体化,另外,知识目标③还实现了“举例说明配子的形成过程”,具有可操作性,有助于教学的形成性评价。能力目标①为知识目标提供思维支持,②的模型建构是为“模拟减数分裂中染色体的变化”从而进一步说明“配子的形成过程”,同时又是情感目标实现的途径。

本课的重点是精子的形成过程,难点是减数分裂中染色体形态、数目和位置的变化。

#### 4 教学策略

为培养学生的理性思维,减轻其认知负荷,帮助其理解精子形成的抽象过程,有效构建模型,体现“以学论教”的生本原则,本课的教学策略设计如下:①融入“假说—演绎”的教学策略。经典的生物学理性思维方法当推“假说—演绎推理”<sup>[1]</sup>。精子的形成过程作为重要的生命现象之一,是培养学生理性思维的极好材料。运用假说—演绎这种科学探究的方法,将科学实验证据、复杂的生物学概念融合其中,让学生以类似科学家的工作方法去发现、假设和推测,简约再现精子形成过程,自主发现染色体行为的变化。②采用“逆向推理”的教学策略。传统的教学按教材的线性设计,循序渐进地讲解精子的形成过程,由于知识容量大、难度高,课堂容易变成教师的“一讲到底”,学生被动接受而形成僵化的思路,难以活化和结构化精子的形成过程及其染色体的变化。逆向思维作为理性思维的重要组成部分,能够破除这种思维定势。在教学上执果导因,由精子逆推到次级精母细胞,再逆推回到精原细胞,能够帮助学生建立精子形成的内在逻辑关系,提高学生知识迁移的能力和逆向逻辑推理能力。

#### 5 教学过程

5.1 第一环节:创设情境,提出问题 教师讲解受精作用的大致过程,并创设情境:如果精子和卵细胞也像体细胞一样,具有 23 对染色体,那么,精子和卵细胞结合为受精卵时,染色体数是多少?(46 对。)与原有的知识经验形成认知冲突,激发起学生探究的欲望,意识到精子(卵细胞)的染色体数目需要减半,由此产生新的问题:精子的染色体数是如何减半的?

5.2 第二环节:分析问题,作出假设 小组讨论、分析精子染色体数出现减半的原因可能有:①染色体不复制,直接分裂;②染色体复制一次,分裂两次;③染色体发生融合。在学生充分讨论后,由教师提供“花粉的四分体状态图”的证据支持,得出假设 2 更为合理,由此提出假说:精子形成的过程中,染色体只复制一次,分裂两次。

5.3 第三环节:逆向演绎推理 顺着学生得出的假说,教师先呈现精子和次级精母细胞的图片,这时学生会发现这与有丝分裂末期和前期的状态相似,于是教师先引导学生回顾旧知,逆推有丝分裂的过程:①有丝分裂的特征是什么?②哪个时期开始发生均等分配?③为保证后期均等向两极分配,中期染色体发生什么变化?④复制发生在什么时期,同时按问题顺序对应呈现有丝分裂各时期模式图(图 2)。如此,不仅培养学生对同一内容有双向的思维,而且为接下来逆推精子的形成提供思维基础。

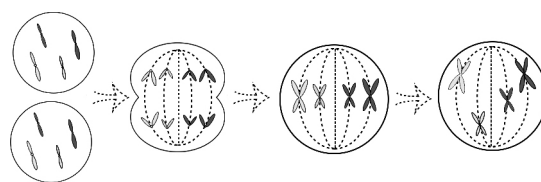


图 2 有丝分裂逆过程模式图

紧接着,教师提供逆推精子形成的条件:有一种生物的精子只有 2 条染色体,它是通过怎样的分裂得到的呢?并借机给出问题支架:①由一个次级精母细胞(2 条)形成的两个精子(2 条)染色体是一样的,那么次级精母细胞分裂后期是什么分开?②结合有丝分裂的模式图,你发现了什么?能否由此推导次级精母细胞分裂中期和前期的染色体变化?③这个过程染色体数目有没有发生减半,引导学生根据前面的假设,推导出精子到次级精母细胞的过程(图 3)。

学生通过精子到次级精母细胞的逆向推理发现此次分裂和有丝分裂大致相同,结果染色体数目没有发生减半,不同之处在于次级精母细胞分裂无同源染色

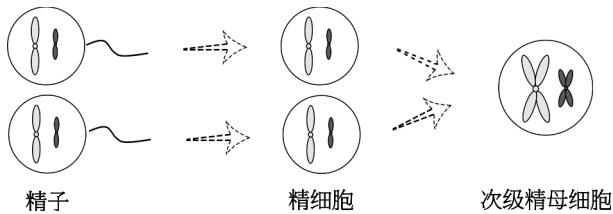


图 3 次级精母细胞分裂的逆推模式图

体出现。此时教师指出减数分裂是一种特殊方式的有丝分裂,并以染色体减半为线索,继续引导学生进入次级精母细胞到初级精母细胞(图 4)的推导,引出同源染色体的概念,设置问题串点拨学生:①初级精母细胞(2 对)分裂末期形成次级精母细胞(2 条),那么初级精母细胞分裂后期染色体发生什么变化?②为使同源染色体分离,初级精母细胞分裂中期需要做什么准备?③为保证中期能够成对排列,前期经历了“寻找配对”的过程,即同源染色体发生特有的联会,你能尝试概括联会的概念吗?④结合有丝分裂,哪个时期可能发生复制?复制后每条染色体有什么变化?至此,完成精子形成过程的逆推,教师在此过程中对难点进行适时点拨、质疑和分析,帮助学生区分姐妹染色单体、同源染色体和四分体等概念,同时提醒学生在科学推测和研究中要时刻保持严谨的逻辑。

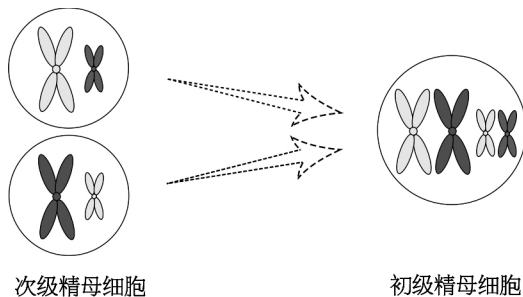


图 4 初级精母细胞分裂的逆推模式图

5.4 第四环节:利用科学史来验证推理 学生根据假设逆推出精子的形成过程,这样的假设是否正确呢?于是,教师展示减数分裂的研究历史,帮助学生验证其推测:①1883 年,比耐登(van Beneden)发现马蛔虫的受精卵中有 4 条染色体,2 条来自精子,2 条来自卵细胞,且彼此从不混合,说明由原始生殖细胞形成成熟生殖细胞时染色体数目减半,并通过受精作用保持亲代染色体数目恒定;②1887 年,弗莱明(Flemming)观察蝾螈精母细胞(12 对),发现异型分裂(初级精母细胞分裂)中期,染色体变成特有的 12 个桶型,之后发生横向分离,即印证了初级精母细胞分裂时发生联会,之

后同源染色体分离的推理;③1887 年,魏斯曼(Weismann)根据对大眼水蚤的观察,提出了“减数分裂”的概念;④亨金(H. Henking)于 1890、1891 年发表文章,分别对蟾的卵子和精子形成的研究成果进行阐述,首次提出了成熟生殖细胞形成过程经历了两次分裂,第一次是 Weismann 式的减数分裂,第二次是有丝分裂<sup>[2]</sup>。

这里的科学史料不仅验证了学生的假说—演绎,而且自然地引出“减数分裂”的概念。于是,教师鼓励学生根据已有的推理和验证,尝试从发生范围、时间、特征、结果抽象概括出减数分裂的概念。这样将减数分裂概念后置的设计,使新的生物学概念呈现不会显得突兀,突出学生自我发现、探究和概括的过程。

5.5 第五环节:建构模型,总结归纳 通过前面的学习,学生对精子形成过程的认识有了从感性到理性的上升,但还只是通过图片和史料的认知,尚未达到同化。

为使学生对此过程有一个过程性体验,将教材“模型建构”活动前置,用更方便操作成型的扭扭棒玩具为材料,4 人一组,参考“模型建构”的方法步骤,引导学生构建精子形成过程的物理模型,并展示交流。

在该活动中,学生可能出现误用同源染色体的概念,忽略同源染色体需要联会等细节。此时,教师通过易错点拨,帮助学生扫除概念建模的盲区,进一步加深对同源染色体分离和非同源染色体自由组合、姐妹染色单体分开和非姐妹染色单体交叉的理解,既突破难点又培养学生建模能力和口头表达能力。最后,教师播放精子形成过程的完整动画,出示精子形成过程的流程图,引导学生总结,将精子形成的这一过程结构化。

此环节运用多重编码策略(模型、语言表达、动画、流程图)加深学生对“减数分裂”这一重要概念的理解。正向的归纳总结与前面的逆向推理呼应,能够较好地培养学生的理性思维。

[基金项目:广东省高校质量工程 2017 年应用型人才培养课程立项建设项目《中学生物教育课程群建设》,粤高教函(2017)85 号; \* 通信作者]

主要参考文献

[1] 胡继飞. 2017. 生物教育心理学. 北京: 北京大学出版社, 55  
 [2] 潘承湘. 1985. 细胞减数分裂过程的阐明与 H. Henking 的重大贡献. 自然科学史研究, 4(4): 377 ~ 390 ◊