

• 高校生物学教学 •

思维导图模型在分子生物学教学环节中的应用

王珏, 胡丽丽, 吴娜, 李桂兰

山西中医药大学 基础医学院, 山西 晋中 030600

王珏, 胡丽丽, 吴娜, 等. 思维导图模型在分子生物学教学环节中的应用. 生物工程学报, 2021, 37(12): 4446-4454.

Wang J, Hu LL, Wu N, et al. Application of mind mapping model in the teaching of molecular biology. Chin J Biotech, 2021, 37(12): 4446-4454.

摘要:“分子生物学”是中医院校为医学生开设的专业基础课,课程特征是逻辑性强、核心概念多、生物过程复杂。为加强学生对教学内容的理解和应用,培养学生高阶思维能力,我们探索了将思维导图模型融入教学的课前、课中、课后3个环节中:通过“九宫分析法”模型提出教学问题、“六顶思考帽”模型创新课堂教学及“金字塔原理”模型复盘教学内容帮助学生构建思考力闭环。以相关知识内联和发散为指导思想,通过思维可视化加强学生对知识点的理解。根据问卷调查,有91%的同学认为思维导图模型的应用是一种有效的教学方法,可实现提高课堂效率、提升教学效果的目的,有76%的同学尝试将这种方法用于其他课程的学习,认为对个体思考力的提高有帮助。据此,思维导图模型应用于教学环节对培养学生高阶思维能力有重要意义,为高校课程教学提供一种新思路。

关键词: 思维导图模型, 分子生物学, 教学环节, 中医药院校学生, 高阶思维能力

Application of mind mapping model in the teaching of molecular biology

Jue Wang, Lili Hu, Na Wu, and Guilan Li

Department of Basic Medicine, Shanxi University of Chinese Medicine, Jinzhong 030600, Shanxi, China

Abstract: Molecular biology is a biology course containing multiple core concepts and complex biological processes, which are organized in a strong logic. In order to help the medical students in college of traditional Chinese medicine (TCM) understand the content of this professional foundation course, we integrated the mind mapping model into the three sessions of teaching this course. First, putting forward teaching questions through a “nine grids analysis” model before the class teaching; second, transforming class teaching through a “six thinking hats” model; third, reviewing teaching content through a “pyramid principle” model, which helps students develop closed-loop thinking skills. The students’ understandings to the course content were enhanced by connecting, merging and diverging the relevant knowledge through thinking visualization. According to the

Received: December 1, 2020; **Accepted:** February 2, 2021

Supported by: Teaching Reform and Innovation Project of Universities in Shanxi Province, China (No. J2020244), Teaching Reform and Innovation Project in Shanxi University of Traditional Chinese Medicine, China (No. 2020203).

Corresponding author: Guilan Li. E-mail: zyxlgl0306@126.com

山西省高等学校教学改革创新项目 (No. J2020244), 山西中医药大学教学改革创新项目 (No. 2020203) 资助。

网络出版时间: 2021-04-07

网络出版地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1998.Q.20210406.1736.001.html>

questionnaire, 91% of the students believe that the application of mind mapping model is an effective teaching method, which improves the teaching efficiency and effect. Furthermore, 76% of the students deem this method helps them improve their thinking ability and they also try to apply this method to the study process of other courses. Therefore, the application of mind mapping model in teaching plays an important role in fostering students' high-order thinking skills and provides a new approach for college curriculum teaching.

Keywords: mind mapping model, molecular biology, teaching process, students in TCM College, high-order thinking skills

目前高校学生获得知识的渠道变多,对于大量记忆性和检索性的低阶思维要求逐渐降低,转而开始重视对知识和信息的运用、重组以及创造,即高阶思维能力^[1-2]。因此教师传统的课堂讲授也面临着改革的挑战,学生教育的方向应更重视逻辑性、综合性及创造性的培养。思维导图是近年来逐渐应用于教学的一种新方法,其创始人是英国学者东尼·博赞,他主张用图像将枯燥的文字形象生动地展现,并对相关内容进行分类、关联^[3],这一过程相对于传统的教学方式,更侧重于培养学生独立个体对新问题的思考和创造^[4],根据学生个体思维方式的不同,使每位学生都成为创作的主体,激发自主学习意识^[5-7]。而思维导图模型则是将图形元素、框架、现有的思考力模型和课程知识体系相结合,在实践中根据不同的学习途径,总结出适应于不同学习阶段的一种模式^[8-9],更具有系统性和针对性。

“分子生物学”是中医药大学为中医学、中西医结合临床学、针灸推拿学等专业设立的基础课。教师在授课过程中遇到以下两方面问题:1) 根据人才培养方案的设定,理论课时数缩减,课程内容繁多,导致课堂师生互动不足,而怎样在有限时间内最大程度培养学生的综合能力和创新能力,是目前课程改革应主要解决的问题。2) 学校开课专业所招考的学生中大于 50%的比例都是文科生源(指高考方向选择为文科),其在课程学习时受挫几率大,常表现出无兴趣、不理解、不思考的状态^[10-11]。因此,如何平衡不同学生群体对课程的兴趣、引导学生主动思考是优化教学、提升教学效果应该重视的问题。据此,本研究首次提出将思维导图模型应用于“分子生物学”教学的课

前、课中及课后 3 个环节,促进师生交流互动,帮助学生构建思考力闭环,这里指对教学信息进行接收、处理及反馈的加强思维过程,可实现提升课堂组织效率,培养学生高阶思维能力的目的^[12-13]。

1 研究对象及方法

1.1 研究对象

从 2018 级本科生开始,主要在中医学专业第 4 学期的“分子生物学”课程教学中,融入思维导图模型的应用教学。

1.2 研究方法

(1) 课堂教学前,教师会对每一种模型进行模拟使用,严格对每一章节内容进行优化设计,包括教学时间、互动问题、对学生可能出现的情况进行预判并设计相应预案。

(2) 教师对学生的思维发散与结合进行指导,对学生在课前与课后完成的思维模型图及时作出评价,引导学生交流讨论,互动学习。

(3) 设立完善的教学效果评价体系,包括考试成绩评价、分析问题能力评价、实验探索能力评价几方面。教学结束后,对学生进行有关教学效果和满意度的问卷调查,及时了解学生动态,调整优化教学方案。

2 研究内容与结果

2.1 思维导图模型在教学环节中的应用

(1) 九宫分析法模型

研究选择“九宫分析法”作为教学内容提出及学生课前预习时所采用的主要思考模型,九宫图最早起源于河图洛书,隶属我国传统文化范畴,

有“宇宙魔方”的美称。“九宫分析法”是一种有助思维发散和探索的策略，应用于教学时，具体实施过程如下：教师首先对九宫分析法进行介绍，要求学生以小组为单位，根据现有经验结合预习内容发散思维，讨论填写某一主题的九宫格。因模型要求，只能选 8 个最重要的词条进行关联，故教师引导学生对每一个发散词条进行确认或排除，最终确定九宫格内容，然后教师帮助分析发散词条彼此之间的关联，由学生提出需回答的若干问题，提升同学学习兴趣，展开课程的讲解。这里以概念“基因”为例，展示“九宫分析法”的应用，如图 1 所示。

“基因”是“分子生物学”第一章节重点介绍的概念，也是整个课程的基本概念之一。图 1 显示，最终确定以“基因”为主题的发散词条为：DNA、RNA、蛋白质、染色体、基因突变、碱基、外源基因、表型（基因型）。课堂上教师引导学生思考以上 8 个词条之间的关联，总结出需要解释说明的问题，见表 1。我们发现这些问题多是“分子生物学”课程的核心内容，学生的自主探索，极大地

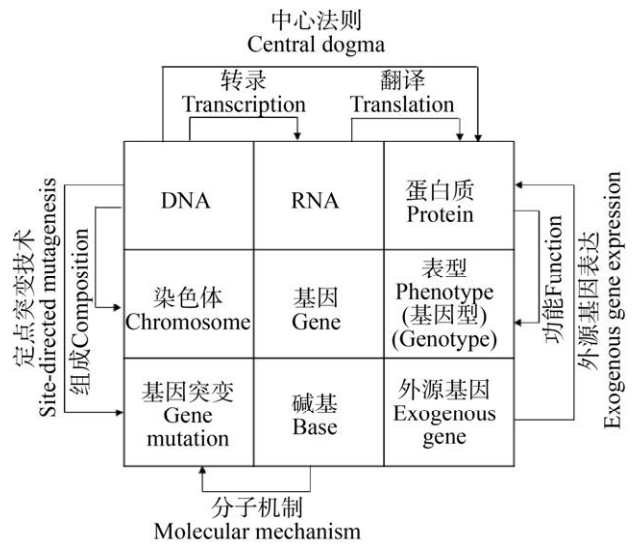


图 1 “九宫分析法”发散概念“基因”的结果
Fig. 1 Diverging the concept “gene” using “nine-grids analysis” model.

提高了其对课程的学习兴趣，教师注意引导学生对知识重点、难点的把握。“九宫分析法”模型同时进行了思维的发散和关联训练，帮助学生更高效地构建知识框架，加强培养学生的逻辑思维能力。

表 1 学生对概念“基因”发散词条进行关联后得到的结果

Table 1 Connecting the relevant terms after diverging the concept “gene”

序号 Number	待解释说明的问题 (关联词条) Questions to be explained (related words)	对应课程内容 Corresponding course content
1	DNA 与染色体的关系 The relationship between DNA and chromosome	染色体结构 (核小体) Chromosome structure (nucleosome)
2	中心法则 (DNA、RNA、蛋白质) Central dogma (DNA, RNA, protein)	DNA 复制、DNA 转录、逆转录、RNA 复制、蛋白质翻译 DNA replication, DNA transcription, reverse transcription, RNA replication, protein translation
3	碱基改变和基因突变 Base change and gene mutation	基因突变分子机制 Molecular mechanism of gene mutation
4	DNA 和基因突变 DNA and gene mutation	分子生物学技术：定点突变 Molecular biology technology: site directed mutagenesis
5	基因型和表型、蛋白质功能和生物学性状 Genotype and phenotype, protein function and biological characters	疾病的分子生物学 Molecular biology of diseases
6	外源基因的表达 Exogenous gene expression	目的基因制备、重组 DNA 技术 Preparation of target gene, recombinant DNA technology

(2) 六顶思考帽模型

“六顶思考帽”源于英国学者爱德华·德博诺开发的一种思维训练模式，其主要内容是在讨论过程中，使每个参与者扮演不同的角色（戴不同颜色的帽子）。进而将可能原本复杂、混乱的思考变得有条理，以达到抽丝剥茧解决问题的目的^[14]。“六顶思考帽”提出不同颜色的帽子控制不同的思维过程^[15-16]，将其应用于“分子生物学”教学中，研究通过相应设计，让教师在授课过程中对同学逐层引导，彼此进行多角度探讨的思维互动，创新传统课堂教学，如表 2 所示。

由表 2 可看出，研究将六顶思考帽的经典思维理念用于课堂教学，衍变教学思维。教师戴“蓝帽”对课程内容进行讲解，然后学生以小组为单位选择“帽子”，根据帽子颜色代表的思维内容，按顺序进行角色参与。这里以 DNA 复制为例，演示“六顶思考帽”在课堂的运用实施过程，见图 2。戴“白色”思考帽的学生小组从教学内容中找出关键的概念及词条；戴“黄色”思考帽的学生对以上

分散的名词进行整理，由教师帮助学生重塑教学信息（这一环节发现学生理解能力体现较好，由“冈崎片段”“DNA 连接酶”及“RNA 引物”会很快联想到 DNA 半不连续复制）；随后由教师引导戴“黑色”思考帽的学生小组提出教学隐藏问题，深入课程内容；戴“红色”思考帽的学生小组主要对整个教学内容进行反馈，包括学习难点、对教学内容的接受度等；戴“绿色”思考帽的学生小组在教师引导下，充分发散思维，与已学习过的知识相关联提出新的问题；根据课程进度，学生亦可戴上蓝色思考帽，对以上所有的信息进行回顾总结，充分培养学生的综合分析能力。

因此该模型指导下的教学过程区别于传统教师为主体的课堂，真正以学生为主体，在“六顶思考帽”模型中，学生通过角色参与，对课程内容进行讨论、提问、整理及创新，理解逐层加深，整个教学过程逻辑严谨，师生互动强，学生自主学习性高，在有限的课堂时间内，最大程度培养其对问题的综合分析能力和探索能力，提升课堂效率，优化教学。

表 2 “六顶思考帽”经典思维与教学衍变思维

Table 2 Comparison of the classic thinking and evolutionary thinking using the “six thinking hats” approach

帽子颜色 Hat color	经典思维 Classic thinking	教学衍变思维 Evolutionary thinking
蓝色 Blue	指挥帽，冷静逻辑思维 Command hat, calm and logical thinking	教师戴蓝帽，输出教学信息 Teachers wear the blue hat and output teaching information
白色 White	信息处理帽，中立客观思维 Information processing hat, neutral and objective thinking	学生戴白帽，接受教学信息 Students wear the white hat and receive teaching information
黄色 Yellow	识别问题帽，乐观积极思维 Identify problem hat, optimistic and positive thinking	学生戴黄帽，整理教学信息 Students wear the yellow hat and organize teaching information
黑色 Black	质疑批判帽，谨慎消极思维 Critical hat, cautious negative thinking	学生戴黑帽，质疑教学信息 Students wear the black hat and question teaching information
红色 Red	反馈帽，感性直觉思维 Feedback hat, perceptual intuitive thinking	学生戴红帽，反馈教学信息 Students wear the red hats and feedback teaching information
绿色 Green	创新帽，跳跃创造思维 Innovative hat, creative thinking	学生戴绿帽，创新教学信息 Students wear the green hat and innovate teaching information

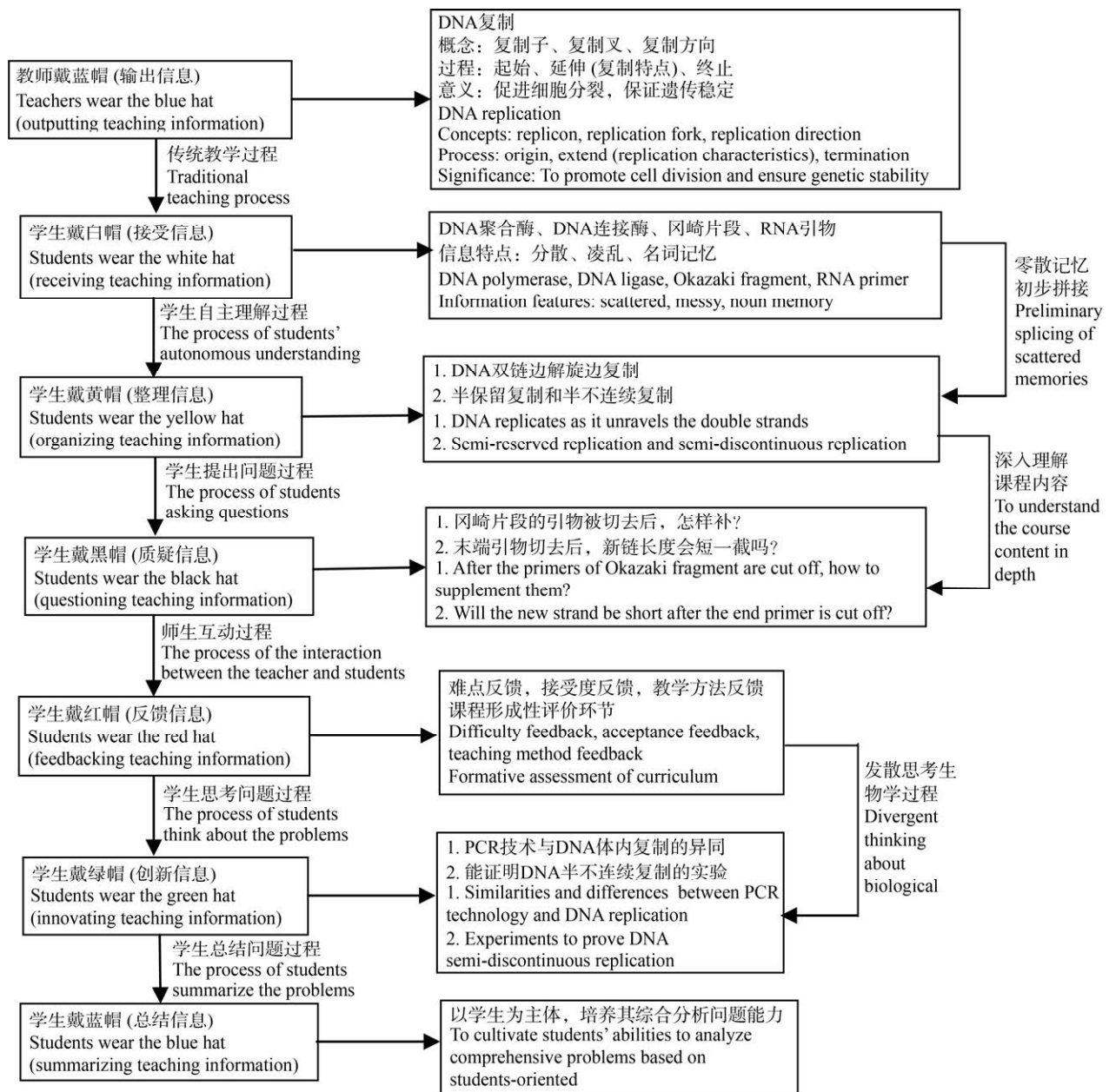


图2 “六顶思考帽”模型运用于“DNA复制”教学课堂

Fig. 2 Application of “six thinking hats” model in teaching DNA replication.

(3) 金字塔原理模型

金字塔原理是由芭芭拉·明托提出,旨在利用金字塔的结构来表达逻辑和论述观点^[17]。其最主要的核心思想是:金字塔结构中任意一层的主题内容都必须是下一层次思想的概括,可以有很多分支,而每一分支中的思想内容必须属于同一范

畴^[18-19],具体如图3所示。

B1、B2、B3均是主题A的原因或理论支撑,C1、C2、C3继续解释B1得到的结论,属于一个范畴。因此,金字塔原理是结论先行,上层概括下层的逆向思维,研究将其用于“分子生物学”教学的改革,主要针对课后复习环节,培养学生通

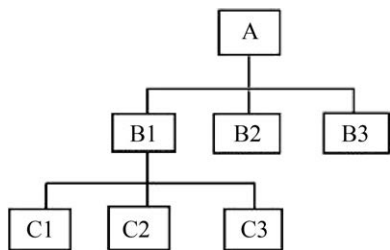


图3 金字塔原理模型示意图

Fig. 3 Schematic diagram of the pyramid principle model.

过逆向思考而深入理解课程内容，具体实施过程如下：教师介绍金字塔原理的思维方式，根据模式图，为学生举例 A 级和 B 级的内容，这里以重组 DNA 技术为例，如图 4 所示，获得阳性的重组子 (A 级)，需要连接体系成功转化以及正确的筛选方式 (B 级)，然后引导学生继续思考每一层级的结论和支撑要素，以课后作业的形式完成，课题组教师批阅并讨论，最终得出逻辑严谨的金字塔层级图，并于第二次课堂中对学生作业进行点评，展示成熟的模型图结果，结合顺向思维，引导学生进行知识复盘 (Replay/review)，即对课

程内容梳理、归纳和反馈。

重组 DNA 技术是分子生物学操作技术的重要内容，涉及知识点多，过程较复杂，若仅限于传统课堂教学中按照目的基因制备、载体获得、酶切、连接、转化、筛选的顺序讲解，学生对知识遗忘较快，教学效果不好^[20]。因此，教师考虑通过金字塔原理模型，引导学生课下逆向思考复习，从最终结论出发，思考支持每一层结论成立的必要条件和因素，这一过程是学生个体思维的主动输出，逆向思考过程有助于梳理知识点盲区，进一步清晰逻辑关系，提升教学效果，培养学生分析问题、解决问题的能力。

2.2 教学效果评价

为较全面较充分地评价教学改革效果，本研究从以下几个方面进行了考查：

(1) 考试成绩评价。目前我们对 2018 级中医学专业进行了思维导图模型应用的教学研究，将其考试成绩与 2017 级中医学专业进行比较 (试卷难度系数相当)，如表 3 所示，2018 级学生总的平

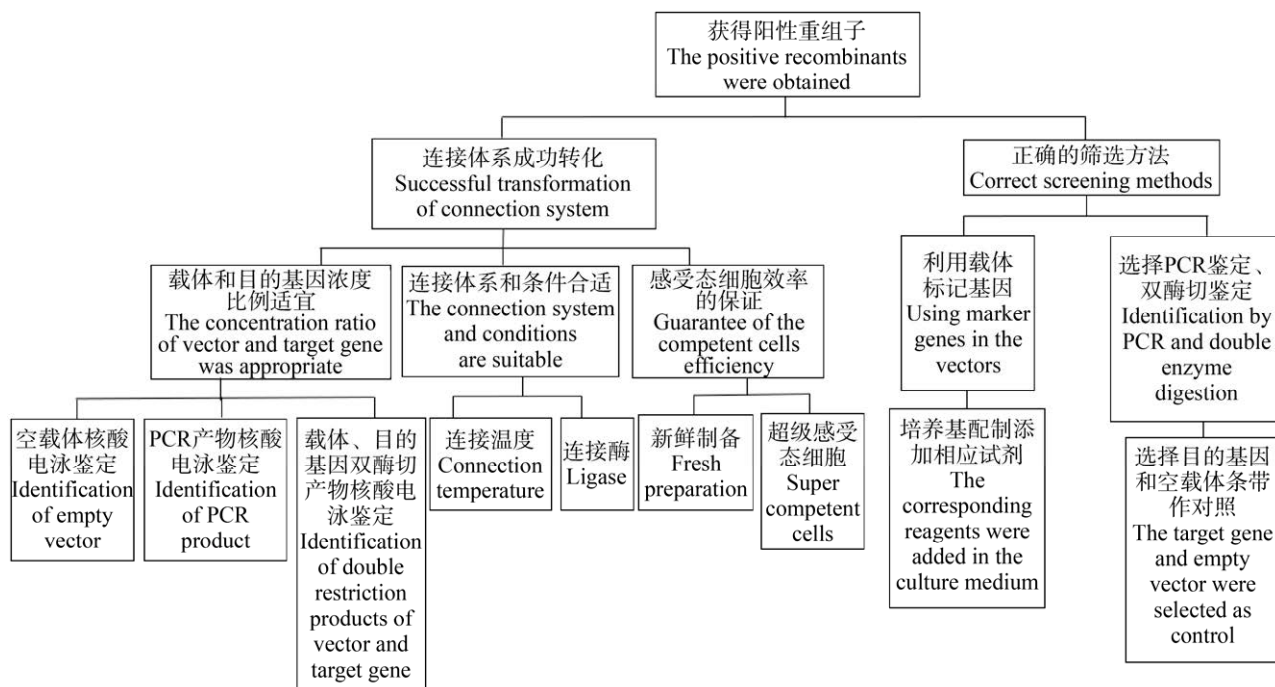


图4 金字塔原理模型逆向解析重组 DNA 技术

Fig. 4 Reverse analysis of recombinant DNA technology based on pyramid principle model.

表 3 2018 级中医学专业和 2017 级中医学专业“分子生物学”考试成绩比较

Table 3 Comparison of examination results of molecular biology between 2017 and 2018 TCM-majored students

年级	总平均分	总及格率	客观题平均分	客观题及格率	论述题平均分	论述题及格率	简答题平均分	简答题及格率
Grade	Average score	Pass rate (%)	Average score of objective questions	Pass rate of objective questions (%)	Average score of essay question	Pass rate of essay questions (%)	Average score of short answer questions	Pass rate of short answer questions (%)
2017	69.94	70.66	35.92	94.20	13.11	65.22	20.96	52.17
2018	73.27	75.01	36.29	92.06	15.57	74.19	21.41	57.53

均成绩和及格率都有所提升, 尤其表现在主观题部分 (简答和论述), 说明该教学方法对于培养学生的综合分析能力有一定帮助。

(2) 分析问题能力评价。为学生设计综合性思考题, 以考查其解决问题的能力。例如讲解 PCR 原理, 提问学生当 PCR 产物条带偏亮、偏暗或出现非特异性条带时, 应该怎样调整 PCR 体系或条件; 讲解 DNA 重组技术, 要求学生详细地写出某种外源基因克隆方案, 或提供实验失败的案例, 如在筛选重组子时, 培养基上没有克隆生长, 让学生分析原因 (逆向思维)。教学中发现文科生源的学生对问题分析的能力提升明显, 可提出基本的解决方案, 逻辑正确, 思路清晰, 说明思维导图模型用于课堂教学对塑造学生基本思维能力有重要作用。

(3) 实验探索能力评价。为医学生开设的“分子生物学”实验课程中, 有一项内容是“小鼠肝脏基因组 DNA 的提取及鉴定”。课程之前, 教师会要求学生结合真核生物基因组特点及核酸鉴定方法的理论体系, 分小组写出实验步骤及所需要的试剂, 课上进行陈述。大部分学生能考虑到真核生物基因组 DNA 和蛋白质结合的问题, 会提出使用蛋白酶处理样品, 而核酸鉴定会选择琼脂糖凝胶电泳, 并熟知其操作步骤。说明在这种理论教学模式指导下, 学生对知识体系掌握较灵活, 对应用知识的能力得以提升。

除以上与课程相结合的教学效果评价体系外, 为深入了解学生对教学方式的满意度及接受度, 我们对 2018 级中医学专业的学生进行了学期

后的问卷调查, 参与问卷调查的学生为 280 人, 其中有 91% 的同学认为思维导图模型的应用是一种有效的教学方法, 提升了学习兴趣与课堂参与度、提高了课堂效率、提升了教学效果, 并且有 76% 的同学愿意尝试将这种方法用于其他课程的学习, 认为对个体思考力的提升有帮助。

3 研究结论

本研究选择了 3 种具有典型特征的思维导图模型应用于教学环节的改革探索, 其中“九宫分析法”模型训练学生思维的发散与结合; “六顶思考帽”模型为课堂教学中师生互动、引导学生自主思考提供新的途径; “金字塔原理”模型通过逆向思考方式培养学生分析问题、解决问题的能力。此种教学方法对提高学生考试成绩, 培养学生高阶思维能力有重要作用, 获得学生较高认可度, 为其他课程的探索学习打开思路。

需要注意的是, 我们发现每一种模型均有其应用范围, 而这或许也是这种教学方法的局限性。例如“九宫格分析法”模型比较适用于单一概念的讲解和延伸; “六顶思考帽”模型更适用于内容比较丰富可以深入探讨的分子生物学过程; “金字塔原理”模型更适用于知识点多, 信息量大的分子生物学操作技术部分的讲解。故在教学过程中, 教师必须良好掌握现有思维导图模型的原理和应用范围, 能够对相应的章节知识内容进行灵活处理; 另一方面, 我们也应不断地探索、研究新的思维导图模型, 使这种教学方法在课程的应用中更为

广泛。因此,思考力模型融入高校教学是一条可持续探索的教改途径,为生物学相关教学乃至其他课程的学习提供新的指导方向。

REFERENCES

- [1] 姜玉莲. 技术丰富课堂环境下高阶思维发展模型建构研究[D]. 长春: 东北师范大学, 2017.
Jiang YL. Constructing model for development of higher order thinking in technology rich classroom environment[D]. Changchun: Northeast Normal University, 2017 (in Chinese).
- [2] 汪茂华. 高阶思维能力评价研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2018.
Wang MH. Research on high order thinking skills assessment[D]. Shanghai: East China Normal University, 2018 (in Chinese).
- [3] (英) 东尼·博赞. 思维导图大脑使用说明书. 张鼎昆, 徐克茹, 译. 北京: 外语教学与研究出版社, 2005.
Buzan T. How to mind map. Zhang DK, Xu KR, trans. Beijing: Foreign Language Teaching and Research Press, 2005 (in Chinese).
- [4] 于俊美. 基于思维导图促进生物化学核心知识建构的案例研究[D]. 石家庄: 河北师范大学, 2018.
Yu JM. A case study on the construction of core knowledge of biochemistry based on mind mapping[D]. Shijiazhuang: Hebei Normal University, 2018 (in Chinese).
- [5] 石向东. 运用思维导图优化思想政治课教学. 基础教育研究, 2001(6): 26-27.
Shi XD. Improving the classroom teaching of political ideological education by guiding charts of thinking. Basic Educ Res, 2001(6): 26-27 (in Chinese).
- [6] 王廷廷. 思维导图教学课件的研究与开发[D]. 天津: 天津师范大学, 2018.
Wang TT. Research and development of mind mapping teaching courseware[D]. Tianjin: Tianjin Normal University, 2018 (in Chinese).
- [7] 蒋超意, 汤艳荣, 汤文娟. 利用可视化思维导图改善学生对药物化学知识的认知. 教育教学论坛, 2019(33): 103-104.
Jiang CY, Tang YR, Tang WJ. Using visual mind maps to improve students' knowledge of medicine chemistry. Education Teaching Forum, 2019(33): 103-104 (in Chinese).
- [8] 林铃. 思维导图模型在高中化学预习中的应用. 广东教育, 2018(6): 57-58.
Lin L. The application of mind map model in high school chemistry preview. Guangdong Educ, 2018(6): 57-58 (in Chinese).
- [9] 陈荣华. 基于思维导图的形象思维训练模型构建[D]. 长沙: 湖南师范大学, 2011.
Chen RH. The model construction of training imaginal thinking based on mind mapping[D]. Changsha: Hunan Normal University, 2011 (in Chinese).
- [10] 谭旭辉, 张春辉, 陈士良, 等. 文理科生在医学相关课程中的差异性研究. 基础医学教育, 2019, 21(7): 580-582.
Tan XH, Zhang CH, Chen SL, et al. Study on the differences of performance in medical related courses between liberal arts and science students. Basic Medical Education, 2019, 21(7): 580-582 (in Chinese).
- [11] 赵健, 吴梅, 李怀斌, 等. 护理学专业文理科生解剖学课程学习效果比较. 皖南医学院学报, 2019, 38(2): 187-189.
Zhao J, Wu M, Li HB, et al. Comparative analysis of the outcomes in learning anatomy in nursing students of arts and science. Acta Acade Med Wannan, 2019, 38(2): 187-189 (in Chinese).
- [12] 谢科苑, 余肖禹. 基于双向闭环思维的复杂科学管理方法集研究. 复杂科学管理, 2020(1): 35-44.
Xie KY, Yu XY. Research on method set of complex scientific management in perspective of dual-direction closed-loop. Complex Scientific Management, 2020(1): 35-44 (in Chinese).
- [13] 肖英. 创新双闭环教学模式在计算机类课程教学中的思考与探索. 江西化工, 2018(3): 150-152.
Xiao Y. Thinking and exploration of innovative double closed-loop teaching mode in computer course teaching. Jiang Xi Hua Gong, 2018(3): 150-152 (in Chinese).
- [14] 爱德华·德博诺. 六顶思考帽. 马睿译. 北京: 中信出版社, 2014.
De Bono E. Six thinking hats. Ma R trans. Beijing: CITIC Publishing House, 2014 (in Chinese).

- [15] 杨秀芹, 陈一凡. 基于“六顶思考帽”的讨论式教学组织与操作框架. 当代教育科学, 2017(1): 80-83, 87.
Yang XQ, Chen YF. Discussion based teaching organization and operation framework based on “six thinking caps”. Contemporary Edu Sci, 2017(1): 80-83, 87 (in Chinese).
- [16] 丁永利. “六顶思考帽”思维方式在中医临床带教中应用探讨. 中国卫生产业, 2016, 13(13): 123-125.
Ding YL. Application study on six thinking hats thinking mode in clinical teaching of traditional Chinese medicine. Chin Health Industry, 2016, 13(13): 123-125 (in Chinese).
- [17] 芭芭拉·明托. 金字塔原理. 汪洱, 高愉, 译. 海口: 南海出版社, 2019.
Minto B. Pyramid principle. Wang E, Gao Y, trans. Haikou: Nanhai Publishing House, 2019 (in Chinese).
- [18] 唐金萍, 耿江华. 明托金字塔原理在英语写作教学中的应用. 林区教学, 2019(5): 59-60.
Tang JP, Geng JH. Application of Minto pyramid principle in English writing teaching. Teach For Reg, 2019(5): 59-60 (in Chinese).
- [19] 王爱敏. 基于金字塔原理的中职应用文写作教学改革研究—以烟台工贸技师学院为例[D]. 烟台: 鲁东大学, 2015.
Wang AM. Teaching reform of practice writing teaching in secondary vocational school based on the pyramid principle-taking Yantai industry and trade technician college as an example[D]. Yantai: Lu Dong University, 2015 (in Chinese).
- [20] 王盛, 王丽娟, 李志英, 等. 生物类分子生物学教学改革探索与实践. 高校生物学教学研究(电子版), 2013, 3(2): 21-24.
Wang S, Wang LJ, LI ZY, et al. Exploration and practice on teaching reform of molecular biology of biological science major. Biol Teach Univ (Electronic Ed), 2013, 3(2): 21-24 (in Chinese).

(本文责编 陈宏宇)