

教学研究

基于前沿文献的融合式教学模式在分子与细胞中的创新与实践——以酶学为例

彭确昆¹ 潘克俭¹ 王兰¹ 邓峰美² 杨平² 黄坪² 张薇薇^{2*}

(1)成都医学院, 生物科学与技术学院, 细胞生物学教研室, 成都 610500; (2)成都医学院教务处, 成都 610500)

摘要 分子与细胞课程融合了临床医学专业的生物化学、分子生物学以及细胞生物学等基础课程, 其教学改革主要目标是紧扣时代需求、将生物医学前沿理论植入授课体系, 引导学生利用所学知识对新型疾病诊断和治疗技术原理进行剖析, 培养学生的高阶思维能力。该研究以酶学章节内容为例, 探讨如何以前沿文献为载体, 疾病案例为导向, 按“分子结构-生物功能-物质代谢-细胞命运”逻辑轴线重构跨章节(蛋白质、酶和转录)知识点, 建立融合式教学内容体系。一方面, 该模式可通过综合文献案例挖掘文献中知识点, 帮助学生建立整体性知识逻辑联系, 强化基础知识的运用, 去解决整合课程内容章节间“散”的问题; 另一方面, 该模式搭建了分子细胞知识与临床疾病治疗之间的桥梁, 拓展了学生生物医学领域的科学视野, 使其建立从理论到运用的思维模式, 训练了医学生的临床问题分析能力, 从而解决分子细胞与临床融合“难”的问题。数年教学实践与总结表明, 该教学模式能够很好地提升学生综合素养, 具有良好的教学反馈, 可在更多的临床医学专业的生物学基础教学中进行推广。

关键词 临床医学; 整合课程; 文献案例; 教学创新; 酶

Innovation and Practice of Integrated Teaching Model based on Frontier Literature in the Course “Molecules and Cells” — Taking “Enzymology” as an Example

PENG Quekun¹, PAN Kejian¹, WANG Lan¹, DENG Fengmei², YANG Ping², HUANG Ping², ZHANG Weiwei^{2*}⁽¹⁾Department of Cell Biology, School of Bioscience and Technology, Chengdu Medical College, Chengdu 610500, China;⁽²⁾Division of Teaching Affairs, Chengdu Medical College, Chengdu 610500, China)

Abstract “Molecules and Cells” is an integrated course formed by the fusion of “Biochemistry, Molecular Biology and Cell Biology”. The main goal of this curriculum reform in clinical specialty is to closely follow the pace of the time, implant cutting-edge biomedical theories into the teaching system, and guide students to use the knowledge they have learned to analyze the diagnosis and treatment of new diseases and cultivate students’ higher order thinking ability. This study took the enzymology content as an example to explore how to reconstruct a cross-chapter (protein, enzymology and transcription) integrated teaching content system with cutting-edge literature as the carrier, disease case as the guidance, and “molecular structure-biological function-metabolism-cell fate” as the

收稿日期: 2022-06-06

接受日期: 2022-07-13

四川省首批一流本科课程建设项目(批准号: 川教函〔2020〕620号)和四川省2022年高等教育人才培养质量和教学改革项目(批准号: JG2021-1210)资助的课题

*通讯作者。Tel: 028-62739125, E-mail: 363002530@qq.com

Received: June 6, 2022

Accepted: July 13, 2022

This work was supported by the Sichuan Province’s First-Class Undergraduate Course Construction Project (Grant No.Chuanjiaohan〔2020〕620) and the Higher Education Talent Training Quality and Teaching Reform Project of Sichuan Province in 2022 (Grant No.JG2021-1210)

*Corresponding author. Tel: +86-28-62739125, E-mail: 363002530@qq.com

logical axis. On the one hand, the content system could help students develop the logic link of holistic knowledge through comprehensive literature cases and strengthen the use of basic knowledge by studying the key points in the literature. This content system could integrate all the “scattered” sections in the course content. On the other hand, this teaching model could build a bridge between biochemical knowledge and clinical disease treatment, expand students’ scientific vision in biomedical field, help students to establish thinking mode from theory to application, and train their ability to analyze clinical problems in order to solve the “difficulty” problem of biochemistry and clinical disconnection. Years of practice and summary from the author’s team prove that the teaching mode can substantially improve students’ comprehensive quality and has good teaching feedback. This teaching mode is thus advised to be promoted in more basic biology teaching of clinical medicine specialties.

Keywords clinical medicine; integrated course; literature case; teaching innovation; enzyme

分子与细胞是医学教育改革的核心基础课程,其教学目标是将生物学前沿理论与技术与临床医学问题紧密融合,培养兼具临床技能和生物技术的复合型“医学+”人才,这也是《卓越医生培养教育计划2.0》指导意见的明确要求^[1]。为顺应该计划,我校于2014年正式成立临床卓越医生试点班,同时启动了整合课程建设,分子与细胞便是其中一门。本课程囊括了生物化学、分子生物学以及细胞生物学等生物学主干课程教学内容,是对接生物医学前沿需求的临床专业必修课程。该课程存在知识更新迭代快、交叉性强等特点,承担了整合前沿知识、培育科研潜质,拓展科学视野的重要使命^[2]。在前期整合探索中,我们主要发现两个主要问题。第一,如果简单将三门课程进行简单章节集合罗列,则会出现章节联系不紧密、部分教学内容重叠和授课重复等“散”的问题,也无法帮助学生建立跨章节的逻辑知识网络,并进行综合案例分析。第二,传统的授课内容较少将抽象的分子结构功能与医学问题进行联系,学生很难体会生物大分子在疾病发生、治疗中的作用,这往往导致学生学习的动力性不足。此外,当下医学发展迅速,热点医学难题层出不穷。如果整合课程不与热点医学问题结合,就难以使学生产生创新性思维和进行后续科学研究的兴趣,存在“为学而学”的灌输式学习态度,这会进一步降低学生对于该课程学习的效果和兴趣。这也是临床专业分子与细胞整合课程“难”的问题。

本课程的授课对象是大学一年级学生,该班级学生已经修完了有机和无机化学、系统解剖学等前序课程,且自主学习能力和英语基础较好。该班级采取小班化授课(每班40人),并配备有小组导师。因此,在本班开展整合课程创新模式探索具有良好的

内外在条件。本研究依托首批省级一流线下本科课程分子与细胞,以酶学章节内容为例,从融合式教学模式、难点突破、教学评价等方面具体探讨该课程教学创新问题。

1 基于前沿文献的融合教学模式的设立

目前,我们在7个章节中以“文献”为载体,“问题链”为线索,“疾病”为导向,“分子结构-生物功能-物质代谢-细胞命运”为轴线,展开跨章节的内容融合。通过完成“知识点挖掘-立检索词-遴选文献-构建问题链-对标知识点-归纳分析”等流程,建立本课程的融合模式。首先,基于章节主要知识点,设置关键词,要求学生根据关键词进行文献检索。教师对文献检索结果进行筛选,遴选与章节内容贴切,且与临床疾病紧密相关的文献。其次,学生精读文献,教师以“分子结构-生物功能-物质代谢-细胞命运”的逻辑顺序对标知识点构建文献中的“问题链”。最后,学生小组讨论问题,并按章节归纳总结核心知识点。其中,文献的遴选是重点,主要体现“研究热度”、“与疾病的关联度”和“与生化关联度”。例如,每一章节均与热点疾病案例相关联(表1)。为结合当下最新医学前沿动态,我们选定新冠肺炎为主要疾病主题,在6个章节中融合新冠肺炎的最新研究,这些研究包括新冠病毒的核酸、蛋白质、酶、感染路径以及治疗方案等。接下来,我们将以“酶学”章节为例,展开探讨融合式教学模式的具体实施过程。

2 前沿文献案例与分子细胞知识点的融会贯通——以酶学为例

2.1 酶学章节文献案例的选择

CBL(case based learning)是临床专业教学中常

表1 分子与细胞文献精读课融合教学内容

Table 1 Integrated teaching content of the literature intensive reading course in Molecules and Cells			
章节 Chapter	疾病案例 Disease case	文献来源 Literature resources	主要知识点及学时 Main knowledge points and period
Chapter 3 protein	Protein structure of SARS-CoV-2 virus	WALLS et al., 2020 ^[3] YAN et al., 2020 ^[4]	§3.2 Protein conformation (two classes)
Chapter 4 nucleic acid	Nucleic acid structure of SARS-CoV-2 virus	YAO et al., 2021 ^[5]	§4.3 Structure and function of RNA (one class)
Chapter 5 vitamin & enzyme	SARS-CoV-2 virus RNA RdRp	GAO et al., 2020 ^[6]	§5.3 Active center of enzyme (two classes)
Chapter 7 lipid metabolism	Hyperlipidemia	ARSENAULT et al., 2012 ^[7]	§7.6 Structure and function of lipoprotein (two classes)
Chapter 11 transcript	SARS-CoV-2 inhibition of transcription	YIN et al., 2020 ^[8]	§11.6 Transcriptional regulation (one class)
Chapter 19 cell signal transduction	SARS-CoV-2 virus and ACE2	YAN et al., 2020 ^[4]	§19.1 Ligand and receptor (one class)
Chapter 21 cell differentiation	Stem cell therapy for COVID-19	JAYARAMAYY et al., 2020 ^[9] XU et al., 2020 ^[10]	§21.2 Characteristics of adult stem cells (two classes)

SARS-CoV-2: 2019新型冠状病毒; ACE2: 血管紧张素转化酶2; COVID-19: 2019新型冠状病毒肺炎。
SARS-CoV-2: severe acute respiratory syndrome coronavirus 2; ACE2: angiotensin-converting enzyme 2; COVID-19: corona virus disease 2019.

用且有效的一种教学手段,具有整合性和推演性的特点。通过对案例的聚焦讨论,可以综合考察学生运用不同专业知识的能力,培养学生的知识迁移能力^[11]。在本次课中,我们选择以分子与细胞中课时占比最大和最重要的章节——“酶学”为例讨论文献选择的原则。本章节选择疾病案例基于以下标准:第一,是否为当前医学研究的焦点和热门领域,能否激发学生学习兴趣;第二,是否能够覆盖酶学的主要知识点和教学内容。如图1所示,选择新冠肺炎的相关研究内容作为酶学一章的疾病案例具有较好的契合度和代表性。确定案例后,我们将疾病名称、主要知识点作为关键词在PubMed和Google学术中进行检索,按引用率、发表杂志的重要性,突出我国科研成果可读性强的标准,遴选出两篇代表性文献,它们是文献[6]和文献[8]。GAO等^[6]的研究主要阐述了新型冠状病毒SARS-CoV-2的RNA复制酶的空间结构。YIN等^[8]的研究主要阐述了新冠肺炎药物瑞德西韦抑制RNA复制酶转录的过程。这两篇代表性的综合文献案例囊括了蛋白质、酶和RNA转录等不同章节的知识点。

2.2 基于“问题链”的酶章节知识点的重构解决整合课程内容“散”的问题

在酶章节中我们主要以文献为载体,“分子结构-生物功能-物质代谢-细胞命运”为逻辑主线,“问题链”为线索展开跨章节的融合,解决整合课程内容“散”的问题。按此“问题链”为导向,对本章节知识

点进行梳理和重构(图1)。在随后的章节学习中,还将选用文献案例^[4]进一步探究病毒进入细胞的信号转导过程和病毒与细胞膜蛋白相互作用引起细胞感染(细胞命运)等,使得病毒分子结构过渡到RNA复制酶功能的路径得以延伸,构建了完整的“分子结构-生物功能-物质代谢-细胞命运”逻辑主线(表1)。

根据文献[6]的内容,本章节一共设置了10个科学问题,问题由浅入深主要包括维系SARS-CoV-2 RNA复制酶空间结构的化学键、模体、结构域、活性中心和RNA依赖的RNA聚合酶等,与之相对应的是第三章中蛋白质的化学键、模体、结构域、第五章中的酶的活性中心和第十五章的RNA聚合酶等知识点。在文献[8]中,共设置了12个科学问题,包括主要RNA复制酶的结构层次、药物瑞德西韦、瑞德西韦与RNA复制酶的结合模式以及RNA复制酶的复制所需物质、复制过程等,与之对应的是第五章中酶的高级结构、底物和抑制剂、活性中心以及第十五章中RNA聚合酶结构、RNA依赖的RNA复制所需物质和过程等(图1)。由此可见,以“SARS-CoV-2 RNA复制酶”为核心的文献案例,从结构到功能,再到代谢,跨章节串联了蛋白质、酶和转录三个不同章节的知识点,形成了按“问题链”组成的清晰知识网络,解决了整合教材“散”的难题,也帮助学生建立起了疾病分析的逻辑关系(图2)。SHI等^[12]的研究也指出在“科研实例”为主线的授课内容中,教师需要将案例中蕴含的生物化学知识元素进行提炼,

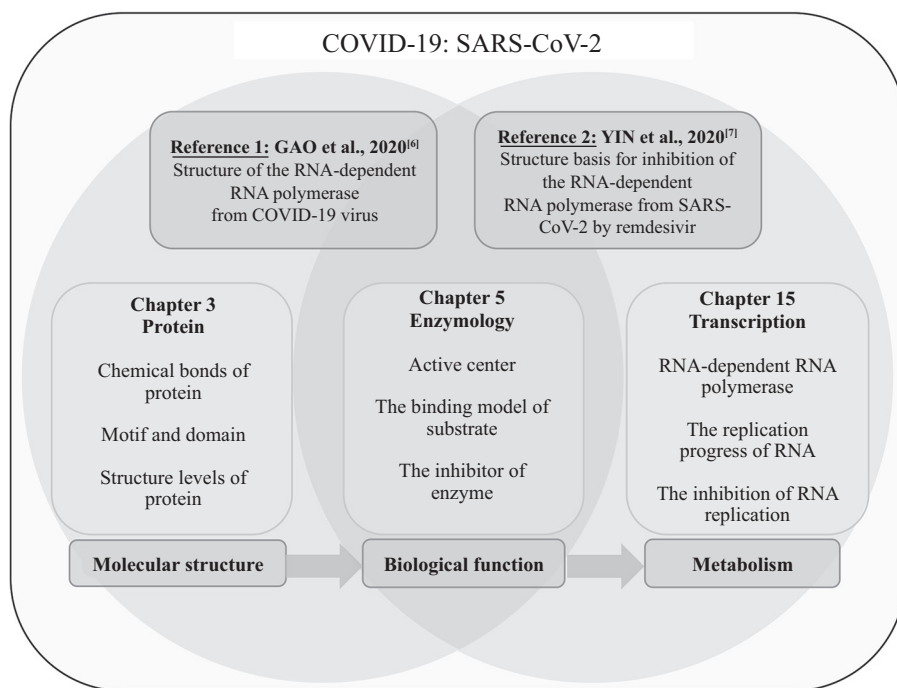


图1 基于新冠肺炎文献案例的酶章节知识点融合模式图

Fig 1 The diagram of fusion knowledge point of chapter enzymology based on COVID-19 literature case

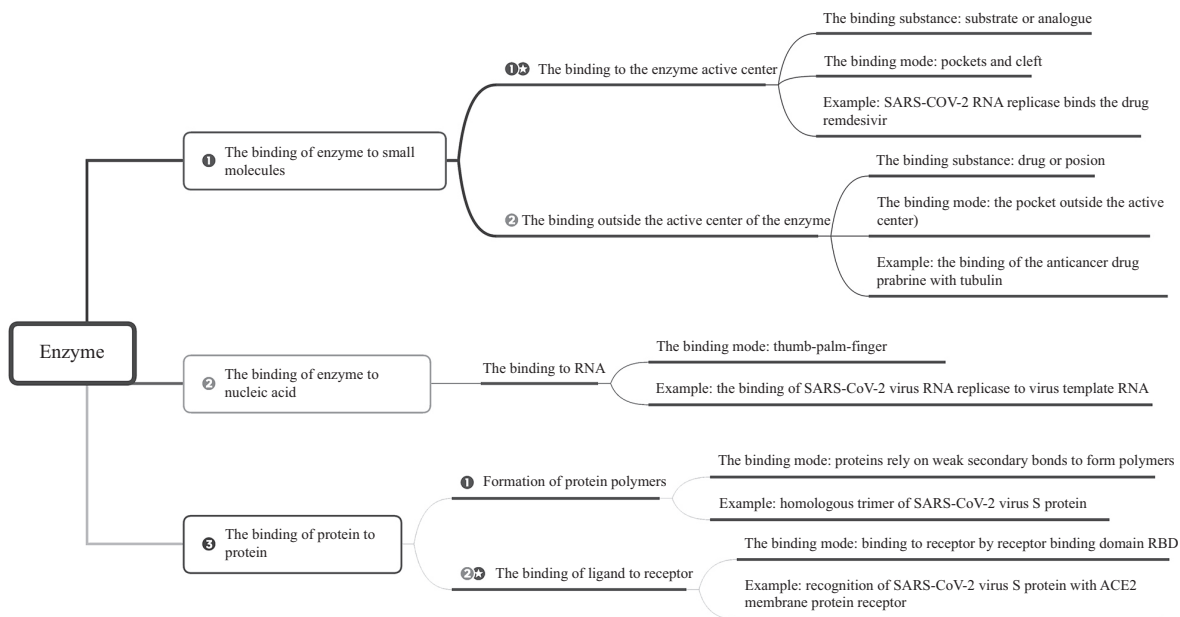


图2 基于酶章节文献的融合知识网络(五角星展示的为重点内容)

Fig.2 Fusion knowledge network based on chapter enzymology literature (the five-pointed star is marked as the key content)

以此形成“结点”，串联起散在知识点，打破章节原有的知识框架，构筑新的知识“边界”。此外，还可通过提炼科研实例中的拓展知识，融入热点，从而拓展知识“边界”。由此可见，在酶章节中，文献案例中的知识节点向基础知识延伸，并与热点疾病相关联，可以有效解决整合教材“散”的问题。

2.3 基于热点文献的融合式教学内容解决酶章节的“难”点

本研究酶章节的知识点在临床专业分子细胞中具有非常重要的地位，在整合教材中的第五章第10节中，我们阐述了酶在医学中的应用，例如，酶可以作为检测指标、药物、药物靶点等，在疾病治疗

中具有非常广泛的用途,也是精准医学时代重要的研究对象。但由于篇幅问题,并没有结合实际案例展开讨论,故学生还是难以理解酶在疾病治疗中的作用原理。ZHAO等^[13]通过基于疾病案例的教学模式对比发现,采取CBL-PBL(case-based learning/problem-based learning)组的学生的比普通组的学生具有更好的临床实践能力和更浓厚的学习兴趣,说明CBL教学手段在临床专业实践学习中具有积极的促进作用,可有效提升学生的临床思维能力。在本节中,我们以新冠肺炎相关的研究文献为案例,重点探讨了SARS-CoV-2 RNA复制酶的抑制剂瑞德西韦(核苷类似物)通过抑制RNA复制酶的活性来抑制病毒复制的机制,具有较强的案例示范作用。一方面,新冠肺炎作为全球大流行疾病目前尚无有效药物,而对于该病毒的认知有助于激发学生的兴趣和求知欲;另一方面,通过新冠肺炎病毒研究案例的融入可以拓展学生对于酶抑制剂在临床应用中的了解,使其认知到生物化学技能在新冠药物研发和治疗中的重要性。学生还可以融会贯通,采取类比思维去探究其他酶的抑制剂的作用机制。由此可见,这一模式对于挖掘临床专业学生的高阶学习潜能,提升临床思维具有较好的促进作用,从而解决生化与临床问题脱节的“难”点问题。

3 教学效果评价

3.1 融合式教学内容提升医学问题分析能力

整合课程实施之初,我们主要采取了线上线下混合式授课模式。该模式有效促进了卓越医生班学生学习自主能动性,学生期末考试成绩也得到了显著提升^[14]。我们采用的基于前沿文献案例的高阶翻转

课堂模式加强了生物学基础与医学问题的联系,将理论知识与疾病问题融为一体,增强了学生临床思维能力。教学效果一方面体现在学生课终考核中的综合临床案例题平均得分显著提升,由2019年的4分增加至2021年的8分(总分10分);另一方面通过比较历届学生执业医师考试中生化成绩占比,发现本课程平均得分也得到了大幅度提升,由最初的3分提升至2021年的7分(总分13分)(图3)。这也充分说明通过创新教学改革,学生知识掌握程度和问题分析能力都得到了显著提升。

3.2 学生对于融合式高阶性学习的满意度大幅度提升

在分子与细胞教学中,文献阅读法具有一定的教学优势,可以拓展学生的科学视野,激发学生科研探索热情^[15]。但是仅仅采用文献学习法,也存在诸多难点,比如教学内容难易度掌控、学时分配难以把握以及内容超纲等问题。因此,本研究尝试将文献精读与基础知识、疾病案例进行有机融合,通过数据分析发现将基础知识融入文献案例中学习可以更好地加深对基础知识的理解和运用,还可解决线上线下混合教学模式的学时分配问题。此外,导师制TBL(team-based learning)高阶性学习,可拓展学生生物医学领域的前沿视野,提升学生的学习满足感。近三年的在线问卷调查数据分析发现,学生对于教师教学行为满意度、教学创新模式的满意度等都逐年增加(图4)。此外,我们还发现学生对于该模式在深造学习(考研、出国深造等)方面的帮助给予了高度的肯定,2021年100%的学生认为该教学模式对于深造学习有大幅度的帮助。这也从侧面反映,该教学模式对于高阶性学习具有明显的促进作用。

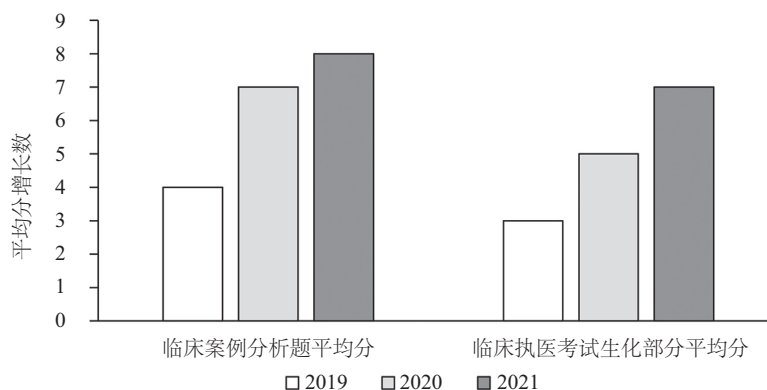


图3 近三年创新教学模式实施后学生考试得分统计

Fig.3 Statistics of students' test scores after the implementation of innovative teaching mode in the past three years

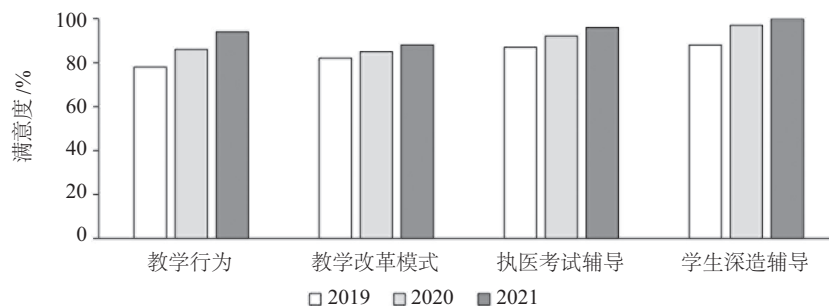


图4 近三年学生对教学改革满意度统计

Fig.4 Statistics of students' satisfaction after the implementation of innovative teaching mode in the past three years

4 讨论

4.1 对文献案例选择的精准把控

越来越多的教师以前沿文献的整合方式开展高校课堂教学创新,以体现一流本科课程与“金课”所共同具有的“两性一度”的教学要求^[15-17]。在本门课程改革中,整合内容不仅要体现前沿性,还要能够通过文献案例的穿插,构建知识内在的联系和节点,体现“分子与细胞”、“结构与功能”的整体思维,因此文献选择至关重要。但是通过前期教学反馈,我们也发现该模式存在一些“棘手”问题。以酶章节为例,学生前期反馈文献数量太多(最初设定为4篇文献),单纯的结构性内容太多,且与基础知识联系不紧密,导致学习难度较大。分析原因发现主要是我们对学情分析不足导致,由于开课时间为大学一年级第二学期,学生的专业知识薄弱,难以短时间完成难度较大的文献精读,尤其是对于文献中关于抽象的结构等内容难以理解,精读最后演变成泛读。为解决此问题,我们采取了诸多方式。第一,我们对文献数量做了较大调整,每一章节文献不超过两篇,每篇问题设置不超过15个。第二,在卓越医生班率先开展创新教学方法,采用“英语教师-专业教师”双授课的“文医联动”方式对文献进行前期在线解读。首先,公共英语教师从语言学角度帮助学生理解文献主体内容,减少学生英文阅读的“吃力点”。其次,团队专业教师再从基本概念、实验设计和研究内容等方面解读知识点,进一步加深知识点的理解。第三,导师制TBL剖析文献,参透文献难点。临床卓越医生班实施小班化教学,全班分为6个小组,每组配有一位责任导师,协助小组的线上学习。教学反馈发现学生对文献中一些技术方法的理解存在一定困难,导致学习周期很长。例如,在学习酶章节文献中,学生对于文献中的冷冻电镜技术、RNA复制酶的“手

指-手掌-拇指”模型、药物瑞德西韦的结构等概念存在一些疑问,导致对文献中的结论理解不够深刻。因此,我们安排导师进行一对一跟组指导,线上与学生进行文献探讨和答疑,帮助学生参透文献中的难点。

此外,我们也认识到,热点问题是动态变化的,这也为本课程团队提出了新挑战,未来教学需要紧扣临床需求,不断调整文献案例。教师对学生检索的文献进行筛选,选择与教材内容紧密的综合性文献,保证了文献与教材内容的契合度,从而让学生获得了更好的学习体验。

4.2 对教学目标的精准把控

临床专业分子与细胞的教学目标是立足分子和细胞基础结构与功能,阐释人体疾病发生的微观变化,探寻疾病治疗的检测手段,为后续临床实践提供分子基础。因此,教学内容与疾病现象的联系程度是判断教学目标实现与否的重要因素。在该课程的主要章节中,以新冠肺炎为主要疾病案例,将新冠肺炎病毒的相关研究文献融入整合课程,很好地构建了分子细胞基础知识与临床疾病的桥梁。一方面,将当下学生感兴趣的新冠肺炎研究融入课堂,可以帮助其了解当下分子细胞领域的前沿动态,拓宽科学视野;另一方面,新冠肺炎案例对人类健康影响之深刻,这足以抓住学生兴趣点,激发学生继续探索疾病机制的求知欲。由此可见,结合优秀文献案例的整合课程改革,是临床专业分子与细胞课程教学目标实现的有效尝试。

5 小结

该教学内容模式以文献案例为主体,让学生在综合案例中提炼和学习基本概念,理解基础知识对于医学问题分析和创新思维能力培养的重要性。一

方面,该模式突破了课程界限,重构了跨章节的知识网络,解决了整合教材内容“散”的问题;另一方面,疾病案例的融入解决了临床专业分子细胞与医学问题融合的“难”的问题。目前,团队的创新教学成果获得首届全国高校教师教学创新大赛三等奖和四川省首届高校教师教学创新大赛一等奖,具有一定的教学效果和示范效应。但是由于文献案例更迭较快,且学习难度较大,对学生和教师都提出了诸多挑战。因此,未来我们在整合内容设计和取舍以及师资培训方面还需要投入更大的精力来解决教学创新中的“痛点”问题,以便更好地实现改革的目标。

参考文献 (References)

- [1] 中华人民共和国教育部, 卫生部. 关于加强医教协同实施卓越医生教育培养计划2.0的意见[EB/OL]. [2018-10-08]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/moe_740/s7952/201810/t20181017_351901.html.
- [2] 张艳君, 孙远东, 谭树华. 多元化教学情境创设在生物化学课堂教学中的应用[J]. 生物学杂志(ZHANG Y J, SUN Y D, TAN S H. Application of creation of pluralistic teaching situation in biochemistry classroom teaching [J]. J Biol), 2017, 34(6): 123-5.
- [3] WALLS A C, PARK Y J, TORTORICI M A, et al. Structure, function, and antigenicity of the SARS-CoV-2 spike glycoprotein [J]. Cell, 2020, 183(6): 1735.
- [4] YAN R H, ZHANG Y Y, LI Y N, et al. Structural basis for the recognition of SARS-CoV-2 by full-length human ACE2 [J]. Science, 2020, 367(6485): 1444-8.
- [5] YAO H P, SONG Y T, CHEN Y, et al. Molecular architecture of the SARS-CoV-2 virus [J]. Cell, 2020, 183(3): 730-8.
- [6] GAO Y, YAN L M, HUANG Y C, et al. Structure of the RNA-dependent RNA polymerase from COVID-19 virus [J]. Science, 2020, 368(6492): 779-82.
- [7] ARSENAULT B, DESPRES J P. HDL cholesterol is not HDL—don't judge the book by its cover [J]. Nat Rev Cardiol, 2012, 9(10): 557-8.
- [8] YIN W C, MAO C Y, LUAN X D, et al. Structural basis for inhibition of the RNA-dependent RNA polymerase from SARS-CoV-2 by remdesivir [J]. Science, 2020, 368(6498): 1499-504.
- [9] JAVARAMAYYA K, MAHALAXMI I, SUBRAMANIAM M D, et al. Immunomodulatory effect of mesenchymal stem cells and mesenchymal stem-cell-derived exosomes for COVID-19 treatment [J]. BMB Rep, 2020, 53(8): 400-12.
- [10] 徐畅, 张英驰, 郝莎, 等. 间充质干细胞治疗新冠肺炎的科学性和可行性探讨[J]. 中国科学: 生命科学(XU C, ZHANG Y C, HAO S, et al. Scientific basis and feasibility of exploring mesenchymal stem cells for the treatment of coronavirus disease [J]. Sci Sin Vitae), 2020, 50(8): 802-11.
- [11] JAMKAR A V, BURDICK W, MORAHAN P, et al. Proposed model of case-based learning for training undergraduate medical student in surgery [J]. Indian J Surg, 2007, 69(5): 176-83.
- [12] 史金铭, 薛哲勇, 王晶英, 等. 围绕“科研实例”的知识重构在本科教学中的应用——以生物化学课程为例[J]. 中国生物化学与分子生物学报(SHI J M, XUE Z Y, WANG J Y, et al. Application of knowledge reconstruction based on “Research case” in undergraduate teaching—taking Biochemistry course as an example [J]. Chin J Biochem Mol Biol), 2021, 37(8): 1124-30.
- [13] ZHAO W J, HE L Y, DENG W Y, et al. The effectiveness of the combined problem-based learning (PBL) and case-based learning (CBL) teaching method in the clinical practical teaching of thyroid disease [J]. BMC Med Educ, 2020, 20(1): 381.
- [14] 彭确昆, 王建东, 何浪, 等. “分子与细胞”翻转课堂教学模式在临床专业教学中的探究[J]. 中国细胞生物学报(PENG Q K, WANG J D, HE L, et al. The exploration of “Molecules and Cells” flipped classroom teaching mode in clinical teaching [J]. Chin J Cell Biol), 2021, 43(3): 586-91.
- [15] 胡叶, 蔡亮. 引入原始文献阅读的《细胞生物学》教学改革[J]. 中国细胞生物学报(HU Y, CAI L. Primary-literature-based teaching to facilitate learning, a case study in cell biology [J]. Chin J Cell Biol), 2017, 39(6): 779-85.
- [16] 韩海棠. 肿瘤代谢前沿文献在生物化学物质代谢教学中的应用[J]. 生命的化学(HAN H T. Application of frontier literatures on tumor metabolism in teaching of Biochemistry Metabolism [J]. Chem Life), 2020, 40(6): 938-42.
- [17] 冯赞杰, 李小琼, 陆红玲, 等. 文献阅读在医学生生物化学物质代谢教学中的实践[J]. 基础医学教育(FENG Z J, LI X Q, LU H L, et al. The practice of literature reading in the teaching of biochemical metabolism of medical students [J]. Basic Med Educ), 2017, 19(4): 255-6.