

# “新医科”背景下基于医工结合的临床医学本科生创新能力培养体系的探索

张飞 陈琦 李毛毛 王佳贺

为应对人工智能、机器人技术等新一轮科技革命和激烈的国际医学竞争,我国紧密围绕健康中国战略实施,首次创新性地提出“新医科”概念,旨在培养具备高素质创新能力的卓越医学人才,以服务健康中国建设。医工结合在广义概念中是指围绕医学实际需求,将医学和工科以及其他理工科范畴进行交叉融合、协同创新的方法,是交叉学科碰撞结合的产物<sup>[1]</sup>。创新是国家实现可持续发展的动力,是实现“创新型”国家战略目标的关键内容,而实现科技创新离不开高质量的创新型人才<sup>[2]</sup>。单一医学学科的发展不仅缺乏持续性的创造活力,而且还不符合“新医科”背景下医学人才的培养改革要求,医工结合开辟了全新的思维视角和培养途径,具有广阔的研究前景和现实需要。临床医学本科生是我国医疗卫生事业的后备人才队伍,其培养成效影响深远,甚至决定着我国医学创新教育未来发展走向,然而如何建立一套行之有效的临床医学本科生创新能力培养体系是当前教育领域亟待解决的重大问题之一。

本文以“新医科”为背景阐释了建立基于医工结合的临床医学本科生创新能力培养体系的重要意义,并分析临床医学本科生创新能力培养现实困境及原因分析,最后在此基础上提出针对性的

实施路径、基本策略以及培养成效评价体系,以期完善临床医学本科生教育改革实施方案提供理论基础。

## 1 建立基于医工结合的临床医学本科生创新能力培养体系的重要意义

1.1 建立基于医工结合的临床医学本科生创新能力培养体系的政策依据 为了提升大学生的创新精神和创业能力,2010年教育部发布了第一个促进高校创新创业教育的文件《关于大力推进高等学校创新创业教育和大学生自主创业工作的意见》,拉开了我国创新创业教育的新篇章,具有划时代意义<sup>[3]</sup>。2015年国务院提出加强创新创业教育,引导高校毕业生积极投身到大众创业、万众创新的时代浪潮中去,全面提升高校学生的综合素质和创新能力<sup>[4]</sup>。2020年9月17日,国务院办公厅在《关于加快医学教育创新发展的指导意见》中明确提出要以“新医科”建设为抓手,着力完善创新培养机制,重点培养研究型、复合型和应用型人才<sup>[5]</sup>。建设“健康中国”,提升人民的健康水平,是实现我国社会主义现代化和中华民族伟大复兴中国梦的重要基础,而这一切都离不开高素质的医学人才<sup>[6]</sup>。因而当今的医学人才培养体系亟需改革完善以适应“新医科”的发展。

1.2 建立基于医工结合的临床医学本科生创新能力培养体系的现实需要 科学技术是第一生产力,创新是引领发展的第一动力,临床医学专业本科生作为医学人才后备军,决定我国未来医疗卫生事业发展的高度,是应对复杂科技革命形势和激烈国际竞争的人才保障,除了临床医学专业不可或缺的基础理论知识和执业实践技能外,还应当具备较高的创新能力<sup>[7]</sup>。在当今时代背景下,多学科互通有无、深度融合成为创新人才的重要培养方式,而其中尤

DOI: 10.13558/j.cnki.issn1672-3686.2024.005.001

基金项目:2022年度中国医科大学第二临床学院“十四五”第一批医学教育科学研究课题(SJKF-2022ZD04);辽宁省成人教育学会2022年度继续教育教学改革研究课题(LCYJGZXZD22001)

作者单位:110000 辽宁沈阳,中国医科大学附属盛京医院全科医学科(张飞、王佳贺),教务部(陈琦);安徽医科大学第一附属医院全科医学科(李毛毛)

通讯作者:王佳贺,Email:wangjhcmsj@163.com

以医工结合最为热门。因此,提升基于医工结合的临床医学本科生创新能力是大势所趋。加强创新创业教育,培育学生全方位的创新实践能力,是“新医科”背景下亟待改革的教育目标<sup>[8]</sup>。

1.3 建立基于医工结合的临床医学本科生创新能力培养体系的国际向标 医工结合作为“新医科”人才的培养方向具有划时代意义,既符合国内政策导向,又与国际社会接轨。卡里-伊利诺伊医学院是世界上第一所将工程学纳入医学传统课程的医学院,很早就开始致力于寻找医学、工学等学科交叉点,鼓励学生开展医工结合等跨学科研究。哈佛大学与麻省理工学院合办哈佛-麻省理工医疗科技学院同样强调跨学科发展,鼓励医学生“将临床需求从病床带到实验室,反之亦然”<sup>[9]</sup>。国际一流学校始终在倡导和推荐医工结合和医学创新教育。此外,医工结合可以扬长避短,充分弥补医学与工科两个学科之间存在的劣势<sup>[10]</sup>。例如医学研究的优点是拥有临床数据和推动研究的知识及临床技术转化能力的判断,但却缺乏充裕的研究时间和资金支持,工科的优劣势与之恰好相反。国外的探索实践值得临床工作者进一步挖掘医工结合创新融合举措,助力临床医学本科生教育改革。

## 2 临床医学本科生创新能力培养的现实困境及原因分析

2.1 医学院校对临床医学本科生创新能力培养教育成效不够显著 目前,国内医学院校针对临床医学本科生的创新能力培养教育仍有许多不足之处。第一,缺乏完善的创新能力理论素养培养体系。如盲目注重创新能力理论素养的培养,开展各种类型的职业生涯规划课堂或者创新创业讲座,且开展的课程结构多为结构零散的机械式拼接,不利于学生创新思维的形成<sup>[11]</sup>。第二,高水平创新师资力量匮乏。现阶段,创新创业课程授课师资虽然有丰富的理论知识储备,但缺乏具体的创新创业实践,对学生的创新创业指导能力较为欠缺<sup>[12]</sup>。第三,开展的学生实践基地多趋于形式化,为了“学生实践基地”名头而创建基地,形式大于内容,不能很好地发挥产学研协同培养的作用,开展的合作教育程度不够深化,尤为重要是缺乏相应的从理论学习阶段过渡到实践阶段的创新能力培养体系。此外,医学院校在法规制度、机构协同、资源配置等方面还存在碎片化问题<sup>[13]</sup>。

2.2 临床医学本科生对创新能力培养意识淡漠 临

床医学本科生培养周期为5年,主要由在校理论学习和临床实习两个环节构成。在校理论学习阶段,因掌握的专业知识有限,加之医学院校培养过程中对学生的理论知识要求高,所以其参与创新能力培养的时间不足、积极性也不高。高年级同学虽已掌握了一部分医学理论知识,也在学习的过程中体会到了创新能力的重要性,但紧随其后的临床实习和考研升学让其分身乏术。所以临床医学本科生在总体学习阶段因缺乏业余时间和良好的氛围,对创新能力培养的意识较为淡漠。

2.3 临床医学本科生的创新能力实践机会匮乏 尽管我国政府部门深入推动“强化协同育人”,提出“三结合、四协同”的产学研深度融合育人新机制,但在实际的培养过程中仍然存在问题,最核心的问题在于产学研培养机制不完善,针对临床医学专业学生的创新比赛或竞赛相对匮乏,学生缺乏相应的实践机会,缺乏施展才能的机会。指导老师也缺乏相匹配的创新激励措施。总之,社会在学生创新能力培养体系中的脱节,严重影响着创新素养的形成。

## 3 基于医工结合的临床医学本科生创新能力培养体系的实施路径及基本策略

传感器技术、人工智能、机器人技术等科技革命成果深度影响着医学领域,医工结合作为一种学科交叉的产物,是培养临床医学本科生创新能力的全新视角和契机,合理挖掘利用能够事半功倍地培养一批高素质的医学创新型人才。那么如何建立一套科学、有效的本科生创新能力培养体系呢? 本文从丰富医工结合学习方法、完善医工结合培养机制、优化医工结合培养方案等三个方面进行分析与思考,以提高临床医学本科生的创新能力和实践能力,促进医学教育的改革和创新,具体实施路径和基本策略如下:

3.1 丰富医工结合学习方法,提升创新能力培育效果 以 Barrows 教授提出的基于问题的教学方法(problem-based learning, PBL)培养模式为核心<sup>[14]</sup>,通过开展医工结合实践项目、跨学科研讨会以及典型案例分析等方式,激发临床医学本科生学习兴趣,提高学习效果。重点是以医工结合的典型案例中的具体问题为学习起点,采用自主学习以及小组讨论学习模式,发挥学生的团队合作精神来解决遇到的问题及挖掘背后蕴含的理论知识。在这一过程中,要注重引导学生提升课堂参与度,激发临床

医学本科生对学习的热情,培养其全方面创新策略运用能力,以提高医工结合理念的PBL教学效果<sup>[15]</sup>。翻转课堂、游戏化教学、计算思维教学等教育教学方法也能在提升学生医工结合理念中发挥积极作用。

3.2 完善医工结合培养机制,提高创新能力培育水平 面向新时期医学创新型人才的培育目标,师资力量是完善医工结合培养机制的重要一环,发挥着不可或缺的作用。医学院校应当将新医科人才的培养放在打造核心竞争力的战略高度上,培育一批顶尖的基于医工结合的“新医科”师资队伍<sup>[6]</sup>。首先,整合医学和工程学科的课程资源,设计符合实际需求的医工结合课程,提高教学效果,将偏重工科、临床、科研方向具有教学能力的导师作为本科生创新能力培养体系的重要组成部分。其次,为临床医学本科生拓展提供更多的实践机会,导师团队在动态实施不同种类的学习目标的基础上,积极与工科企业、科研单位建立合作,依托实际需求调整学习资源和目标,实施连贯的产学研一体的实践活动<sup>[6]</sup>,让学生在实践项目中学习和实践,培养其实践能力和创新能力。此外,要加强跨学科交流,组织跨学科的交流和合作,让临床医学本科生和工科本科生共同学习和成长,促进医学教育与工学教育的深度融合。最后,建立合理的指导教师创新激励体系,引导学生将医学专业知识与“新医科”背景下能力需求有机结合,使医工结合实践成果更贴近社会真实需要。

3.3 优化医工结合培养方案,建立创新能力培育平台 以厚植临床医学本科生创新理念为主体,以医学和工学为两翼,以线上理论学习和线下学习实践为实现路径,建立由工程师、教师、医师合作的“三师型”导师机制,实施双向选择,建立医工融合、学科交叉的临床医学本科生创新能力培养体系。在线上理论学习方面,邀请国内专家学者普及医工结合理念,传播理论学习知识,以开阔学生视野并增加学习兴趣;在线下实践方面,与医学院校周边优势工科院校和企业展开合作,组织学生参观相关场所,并开展实习实践,真正做到产学研一体化育人。在工程师、教师、医师合作的“三师型”导师的指导下,引导学生以医工结合领域热点问题为选题方向,参与各类学科竞赛和创新训练项目,不断提高学生的综合素质。既能检验所思所学,还能拓展学生的思维方式和科研能力,增强创新意识,以培养医工结合型创新人才,使其在“新医科”背景下,成

长为未来的精英医务工作者。同时,医工结合领域作为一种新兴的交叉学科产物,发展飞快,变化日新月异,因而连续性的创新能力培育平台将是不可或缺的组成部分,主要承担收集并分享书籍、课件等既往资料以及团队学科竞赛优秀作品的任务,能够很好地填补课堂理论学习和课外实践活动之外的不足。

#### 4 基于医工结合的临床医学本科生创新能力培养体系的培养成效评价

4.1 学生创新能力培养成效评价 以胜任力导向的医学教育模式为重心<sup>[17]</sup>,采用定性和定量相结合的方式,如问卷调查、学术论文评审、实践项目评估、学生自评、导师评价等,全面客观地评价该培养体系的培养成效。坚持以“学生中心、产出导向、坚持改进”为核心,以各类学科竞赛和创新训练项目为目标,加强学生文献查阅、数理计算、观察分析、总结汇报能力的培养。将高等院校双一流建设与发展的关键内容和核心指标作为培养方向,引导学生提高跨学科的统筹推进和创新能力。通过与“三师型”导师开展阶段性的总结讨论会,提高学生的创新能力与研究兴趣,为未来发展打好基础。从知识技能、创新能力、团队合作、实践能力、综合素质等五大层面开展多维度、多层次的评价,并动态调整,最终建立目标驱动、定期反馈、资源共享的学生考核评价体系<sup>[18]</sup>,培养能够发现和解决临床工作实际问题的德才兼备的“新医科”人才。

4.2 “三师型”导师机制培养成效评价 工程师、教师、医师合作的“三师型”导师分布在不同单位,面对具有许多不确定性因素的交叉项目,要避免单一学科思维看待医工结合<sup>[9]</sup>。注重引导“三师型”导师通过实践活动替代单一教学讲解,在实践中培养学生医工结合意识和能力。首先,需要制定相关政策,建立专门的团队考核方式,进行有效管理,确保创新能力培育平台中师资队伍的输出产出比处于良性水平。考核评价体系中也应避免传统考核体系中唯论文论的观点,并给予优秀师资相对应的课时补偿、劳动报酬,避免打消其工作积极性。其次,开展相关培训,实现教学相长,教研相长,医工结合的开展和创新理念植入应当全体现在基础研究、临床或企业需求为导向的应用、研究成果转化落地等阶段,促进医工结合健康发展。最后,开展教学评价,收集学生教学满意度和兴趣得分,并针对存在的问题定期开展头脑风暴式的讨论交流。

## 5 总结与展望

“新医科”背景下培养的临床医学本科生,应当接受医科、工科两大传统学科的交叉碰撞和融合,在潜移默化中提升创新才干和综合能力素质。本文在“新医科”背景下推出了一种基于医工结合的临床医学本科生创新能力培养体系,针对性提出了丰富医工结合学习方法、完善医工结合培养机制、优化医工结合培养方案等三大实现路径和基本策略,以及培养成效评价体系。助力临床医学本科生提升创新能力,发展成为一名“立大志、明大德、成大才、担大任”的新时代医科人才,为建设健康中国和新时代中国特色社会主义贡献力量。

### 参考文献

- 王璐,马峥,许晓阳,等.中国医工结合发展现状与对策研究报告(2019年版)[J].实用临床医药杂志,2019,23(5):1-6.
- 胡赛,颜金,高锐.“双一流”背景下高校本科生科研创新能力培养研究[J].产业创新研究,2022,6(20):181-183.
- 中华人民共和国教育部.关于大力推进高等学校创新创业教育和大学生自主创业工作的意见[EB/OL].[http://www.moe.gov.cn/srsite/A08/s5672/201005/t20100513\\_120174.htm](http://www.moe.gov.cn/srsite/A08/s5672/201005/t20100513_120174.htm),2010-05-13.
- 国务院.国务院关于印发统筹推进世界一流大学和一流学科建设总体方案的通知[EB/OL].[https://www.gov.cn/zhengce/content/2015-11/05/content\\_10269.htm](https://www.gov.cn/zhengce/content/2015-11/05/content_10269.htm),2015-11-05.
- 国务院办公厅.国务院办公厅关于加快医学教育创新发展的指导意见[EB/OL].[http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-09/23/content\\_5546373.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-09/23/content_5546373.htm),2020-09-12.
- 张林.加快新医科建设 推动医学教育创新实践[J].中国大学教学,2021,58(4):7-12.
- 王莱琳,肖逸莹,付饶,等.依托实验教学中心探索医学生科研创新培养方案[J].实验室研究与探索,2022,41(6):169-172.
- 陈婉琳,陈杭,齐炜,等.基于创新创业全生命周期的交叉学科双创课程建设:以浙江大学“医学仪器的创新设计与实践”课程为例[J].高等工程教育研究,2022,40(4):86-90.
- Rambukwella M, Balamurugan A, Klapholz H, et al. The application of engineering principles and practices to medical education: Preparing the next generation of physicians[J]. Med Sci Educ, 2021, 31(2): 897-904.
- Pogue BW, Gladstone DJ, Zhang R. Education case report: CAMPEP medical physics PhD education program with in engineering[J]. J Appl Clin Med Phys, 2023, 24(6): e14037.
- 孙剑萍,汤兆平.高校创新创业教育“内卷化”的困境表征与“破卷”之道[J].现代教育管理,2023,43(3):92-102.
- 卢东祥,曹莹莹,于建江.应用型本科院校大学生创新创业能力培养的路径探索[J].江苏高教,2021,37(7):85-88.
- 吴刚.从碎片化到整体性:高校创新创业教育的应然转向[J].教育与职业,2022,106(24):80-84.
- Barrows HS, Tamblyn RM. The portable patient problem pack: A problem-based learning unit[J]. J Med Educ, 1977, 52(12): 1002-1004.
- 凡玉杰,由由,李峰,等.PBL情境下北京市某医学院校临床医学专业学生投入对其基本能力收获影响的实证研究[J].医学与社会,2021,34(2):122-125.
- 路晓丽,花树洋.基于技能型社会建设的技术技能人才“产教协同”一体化培养[J].教育与职业,2023,107(9):75-80.
- Rosenberg ME. An outcomes-based approach across the medical education continuum[J]. Trans Am Clin Climatol Assoc, 2018, 129: 325-340.
- 朴雪,耿伟,郝杰.STEMM:促进医工交叉融合与创新发展的[J].继续医学教育,2023,37(1):9-12.
- 何汶静,祝元仲,杜勇,等.医工融合构建新工科、新医科人才培养模式[J].中国教育技术装备,2023,37(15):60-63.

(收稿日期 2023-05-03)

(本文编辑 高金莲)