·教学改革·

“肿瘤微环境”课程创新及线上课程群建设实践研究

梁春敏[1]　汪玲[2]
[1]复旦大学基础医学院，上海 200032；[2]复旦大学医学教育研究所，上海 200032
通信作者：汪玲，Email：lingwang@fudan.edu.cn

【摘要】 以复旦大学医学研究生核心课程《肿瘤微环境》创新建设为例，探讨如何跨学科组织优秀教学团队，围绕一个中心问题“基于肿瘤微环境新前沿、新技术、新精准诊疗的转化医学链条”，服务“健康中国”和“教育科技人才一体化”两大战略，以及经历初创、发展和线上线下混合式教学3个阶段，形成课程4大特色。并期望通过AI赋能方向，系统打造在线课程群，促进优质研究生教育资源在全国医药院校共享，为我国复合型医学人才培养助力。

【关键词】 肿瘤微环境；　医学研究生课程；　人工智能；　复合型医学人才
【中图分类号】 R73.3；R-0；R-4
基金项目：2024年全国医药学研究生在线教育教学研究课题（A_YXC2024-02-03_10）；上海市高等教育学会2024—2026年度规划研究重点课题（2QZD2401）；上海市高等教育学会2024—2026年度规划研究课题（2QYB24001）
DOI：10.3760/cma.j.cn116021-20250928-02285

Research on innovation of tumor microenvironment course and practice of building an online course cluster

Liang Chunmin[1], Wang Ling[2]
[1]School of Basic Medical Sciences, Fudan University, Shanghai 200032, China; [2]Institute of Medical Education, Fudan University, Shanghai 200032, China
Corresponding author: Wang Ling, Email: lingwang@fudan.edu.cn

【**Abstract**】 Taking the innovative construction of Fudan University's core medical graduate course Tumor Microenvironment as an example, this article explores how to organize an excellent interdisciplinary teaching team. It focuses on a central question: the translational medicine chain of tumor microenvironment-based new frontiers, new technologies, and new precision diagnosis and treatment. This approach serves two major strategies: Healthy China and integration of education, technology, and talents. Through the start-up, development, and online and offline blended teaching stages, the course has formed four major characteristics. Furthermore, by empowering directions with artificial intelligence, it intends to build a systematic online course cluster, thus promoting the sharing of high-quality graduate education resources across medical colleges and universities in the country and assisting in the cultivation of interdisciplinary medical talents in China.

【**Key words**】 Tumor microenvironment; Medical graduate course; Artificial intelligence; Interdisciplinary medical talent
Fund program: Research Project on Online Education and Teaching for National Medical and Pharmaceutical Graduate Students in 2024 (A_YXC2024-03-03_10); Key Project of 2024-2026 Planning and Research of Shanghai Higher Education Association (2QZD2401); Shanghai Higher Education Association 2024-2026 Planning Research Project (2QYB24001)
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20250928-02285

进入21世纪以来，随着全球范围内的人口老龄化，肿瘤发病率在逐渐提升。从消化、呼吸、泌尿生殖到中枢神经系统以及皮肤、内分泌等，身体的每一个器官每一个系统都会发生肿瘤，因此肿瘤微环

境(tumor microenvironment, TME)成为肿瘤基础与临床以及新药研发领域的研究热点,基于肿瘤微环境的研究成果树突状细胞抗肿瘤疫苗和肿瘤的免疫检查点治疗分别被授予2011年诺贝尔医学奖[1]和2018年诺贝尔生理学或医学奖[2],助推了国内外肿瘤微环境研究的进一步深入拓展。

本研究从我校研究生课程《肿瘤微环境》建设的必要性、课程建设的3个主要环节展开讨论,总结了课程建设的4大特色,并对后期AI赋能《肿瘤微环境》课程群建设进行了初步研究,以期围绕"肿瘤微环境新前沿、新技术、新精准诊疗的转化医学链条"这一个中心问题服务国家发展战略。

1 《肿瘤微环境》课程建设的必要性:围绕一个中心问题,服务两大国家战略

在肿瘤研究领域,从肿瘤的发生发展到肿瘤的精准治疗以及防控已经有了成熟的"基于肿瘤微环境新前沿、新技术、新精准诊疗的转化医学链条",并可以辐射、推广到其他疾病的研究领域,美国佛罗里达大学、哥伦比亚大学肿瘤研究中心、麻省理工、哈佛大学医学院和意大利都灵大学等多所著名医药大学、研究机构先后面向医学博士学位的研究生开设了TME课程,并作为学位课程。

我国医学也处于高速发展时期,健康中国战略[3]、"双一流"建设和教育科技人才一体化发展战略等[4]对复合型医学人才的培养有了更高要求,学校作为重点医学院校承担着多项生物医学、基础医学和临床医学尤其是肿瘤学领域的国家重大、国家重点以及区域重点研究项目。因此,作为科研工作的一线力量,基础医学、药学、生命科学、临床医学等不同专业研究生对肿瘤微环境领域前沿、研究方法和先进技术以及临床转化等方面都有着迫切需求。

研究生课程《肿瘤微环境》于2014年启动建设。围绕"基于肿瘤微环境研究的转化医学链"这一大科学问题,在全校范围内跨学科跨专业以及校企合作组织了一支优秀的教学团队,开课以后深受研究生欢迎。2016年该课程入选研究生教育核心课程,面向本校跨专业的研究生开课。2020年进入"线上线下混合式课程"建设阶段,并辐射到来自北京大学、四川大学、中山大学、华中科技大学等不同医药学专业的1 000余名博士研究生。2024年,由于人工智能技术在医学教育领域的兴起[5-7],《肿瘤微环境》被纳入学校第一轮"人工智能"课程建设中,拟围绕肿瘤微环境领域的重点进展、技术和成果转化方面,引入人工智能技术,在线建设《肿瘤微环境》课程群,包括《肿瘤微环境科学前沿》《肿瘤微环境新技术》和《肿瘤微环境与精准医疗》3门互相关联的课程。

2 《肿瘤微环境》研究生课程建设

2.1 授课对象

在课程初创阶段(2014至2016年)选课人数30~50人/学期,在课程发展阶段(2017至2019年)增加到80~100人/学期,在课程建设进入线上线下混合式阶段(2020年以后),选课人数增加到100人/学期以上,至今已经辐射1 000余名博士研究生。选课研究生人数呈逐年递增趋势,其中有2个时间节点值得关注:①2016年底本课程经过3年建设,通过学生评教和研究生教育教学管理团队的考核后入选复旦大学研究生教育核心课程,附属医院相关学科专业的研究生培养体系把这门课纳入必修课,从2017年开始,本课程的研究生选课人数倍增。这个时间节点显示了研究生教育教学管理团队对研究生课程建设起到了促进和加速作用。②2020年,在上海市"地高建"医学拔尖人才培养项目和"线上线下混合式教学"教改项目的支持下,《肿瘤微环境》研究生课程启动了线上课程建设,研究生选课人数增势更加明显:一方面,线上教学更有利于知识传播;另一方面,与我国扩大研究生招生、教育和培养规模有密切关系。

2.2 研究生来源和需求逐年呈现出多样化

课程初创阶段(2014至2016年),选课博士研究生主要来自基础医学院(25%)、药学院(15%)以及附属中山医院、妇产科医院、儿科医院等临床医院(60%),主要服务于肝肿瘤研究、结直肠肿瘤、卵巢肿瘤、宫颈癌等不同研究方向的临床与基础科研团队。课程发展阶段(2017至2019年),选课博士研究生主要来自基础医学院(10%)、药学院(10%)以及中山医院、华山医院、肿瘤医院、华东医院、妇产科医院、儿科医院等附属医院(80%),服务于我校消化系统肿瘤(肝癌、胰腺癌、结直肠癌等)、生殖系统肿瘤(卵巢肿瘤、宫颈癌、子宫内膜癌、前列腺癌、膀胱癌等)、神经系统肿瘤等研究方向的临床与基础科研团队,来自临床附属医院的博士研究生明显增多,研究方向也明显增多。

课程线上线下混合式教学阶段(2020年以后),选课博士研究生不仅来自我校的基础医学院(10%)、药学院(10%)以及中山医院、华山医院、肿瘤医院、华东医院、妇产科医院、儿科医院等附属医

院(55%),同时辐射到来自北京大学、四川大学、中山大学、华中科技大学、海军军医大学、重庆医科大学、上海中医药大学、西湖高等研究院等医药学专业的研究生(20%),以及选择性线上旁听的生物医疗企业的研发人员和从事科技成果转化的政府公务员等(5%)。从线上线下混合式教学阶段开始,《肿瘤微环境》课程不仅服务于在校医药类院校的研究生,还为社会层面生物医学相关领域复合型人才的继续教育提供专业性支持。

2.3 授课团队和授课内容

针对不同阶段的研究生需求变化,教学团队组织了《肿瘤微环境》课程建设小组,设计更具有针对性的教学管理模式和教学内容安排(表1)。

3 《肿瘤微环境》研究生课程建设特色总结

3.1 前沿进课堂,科教融合

在教学中注重将本学科的前沿知识、亟待解决的热点问题,结合主讲教授团队研究的最新进展案例引入课堂,实现科教融合;依托教学团队所在的优势学科平台,不定期举办学术会议,邀请诺贝尔奖获得者、国际知名专家,介绍研究生们感兴趣的研究领域,并通过提问、讨论交流等形式拓展研究生的国际视野。

3.2 学以致用,课内课外一体化

案例教学、启发式教学、探究式教学是本课程在教学中常用的方法。通过案例讨论,重点问题讨论启发研究生,促进思考,实现学思结合,加深对理论的领会和掌握。通过对现有研究和文献的评述,在灵活应用理论知识的同时锻炼研究生的批判性思维,实现"分析""评价"等高阶学习目标;通过课外小课题形式,由研究生自行设立研究内容,搜集资料,并进行分析解释,汇报,实现课内外一体化,在完成专业课题的同时也锻炼研究生的组织、沟通和交流能力。

3.3 线上和线下结合,以"学"为中心

线上学习的自主性、灵活性,有利于研究生进行个性化学习。借助《慕课》在线课程,实现课堂教学的转变,通过翻转课堂的形式,变研究生的被动学习为主动学习,达到以"学"为中心的目的。研究生的自我学习、主动学习、终身学习是其进步和提升的重要方式。在翻转课堂教学中,研究生课前通过在线自学掌握理论知识。课堂上教师结合以案例讨论、实践演练等形式,通过小组讨论、同伴学习激发研究生主动思考,自行探究寻找答案,学会自我学习,培养主动学习的能力,在自主探究中锻炼批判性思维和创造意识。

3.4 AI赋能《肿瘤微环境》课程群在线建设

2024年诺贝尔物理学奖和化学奖都授予人工智能的研发,哈佛医学院已经将人工智能纳入医学课程,培养新一代的医生和医师科学家。学校于2024年启动了100门"AI大课"建设,《肿瘤微环境》开始进入AI赋能的在线课程群建设阶段,即在《肿

表1 《肿瘤微环境》的3个发展阶段

课程建设阶段岸	教学模式改革	教学内容改革
初创阶段(2014至2016年)	传统研究生教学模式,理论教学24学时、开放性讨论12学时	依托不同优势学科和承担国家重大基础研究计划的科学研究团队,向研究生传授基础研究与临床应用相结合的最前沿理念和知识,包括肿瘤微环境中的细胞成分、细胞外基质、肿瘤微环境分泌蛋白组学研究(包括趋化因子等细胞因子成分等)、肿瘤细胞表观遗传修饰以及转移、复发的分子机制等
发展阶段(2017至2019年)	"健康中国"国家战略催生我校开启"医教协同、科教协同、科卫协同"新医科医学教育体系,建成了医教研协同型健康服务体系[8]	在"肿瘤微环境前沿"中,增加"类器官"教学内容;免疫检查点治疗获得了2018年诺贝尔生理学或医学奖,增加肿瘤微环境的异质性和免疫检查点治疗等教学内容;结合社会层面发生的宫颈癌疫苗抢购现象,感染与肿瘤发生中增加了预防的内容;根据肿瘤"消灭与改造并举"的辨证施治,增加肿瘤研究中西医结合的相关内容;针对新药研发和科研成果转化,增加针对肿瘤微环境的小分子药物研究;邀请著名制药企业的科学家加入教学团队,增加社会实践和现场教学,帮助研究生了解药物研发以及走向市场的过程
混合式阶段(2020年~至今)	在上海市"地高建""医学拔尖人才培养项目"和"线上线下混合式教学"教改项目的支持下,启动了线下和线上结合的教学模式 36学时中,线下2/3,线上1/3。同时,线上课程资源学生可以随时自由访问学习	依托我校在流行性疾病防控方向的学科优势,增加授课内容"肿瘤流行病学研究与全球公共卫生政策应对";随着人工智能进入科研领域,依托我校在数字医学和人工智能方向的优势,通过医工交叉,增加授课内容"AI for Science与肿瘤微环境研究"等。根据肿瘤领域的发展时局,随时更新授课内容,全方位为选课博士研究生提供最新的系统性知识体系

瘤微环境》线上线下混合式教学的基础上，为了服务更多有需求的校外人群，同时运用人工智能技术进行线上课程资源建设，把教学内容拆分成3门课程《肿瘤微环境科学前沿》《肿瘤微环境新技术》《肿瘤微环境与精准医疗》作为线上课程。充分利用AI技术丰富教学内容、教学手段和教育形式，将从5大方向赋能医学研究生教育[9-12]。

一是AI赋能教师团队，提升授课教师团队传授知识的效率。通过生成式人工智能技术按需设计《肿瘤微环境》教学内容，建立AI辅助教学个性化的文献资源，组合更具有针对性的教学内容；建设AI师生互动平台、线上课堂平台、形成性评价以及AI智能助教精准化的课后辅导；AI助力《肿瘤微环境》医学研究生规划教材的数字化建设。

二是AI赋能研究生学习，帮助研究生有更多获得感。通过AI有目的有选择地快速阅读“肿瘤微环境领域“文献，进行复杂的研究课题设计；利用AI协助进行生物信息学分析以及科研论文撰写；利用AI进行各类医学图像的深度机器学习，提炼有价值的大数据信息。

三是AI赋能研究生教育教学管理。帮助管理团队通过肿瘤微环境课程群建设，探索医学研究生教育如何服务健康中国战略、“双一流”建设和教育科技人才一体化发展；利用AI技术释放师生的无效重复劳动时间，提高他们科研创新的有效生命力；建设基于肿瘤微环境课程群的大数据空间，并提炼可以共享给其他类型疾病研究的数据作为公共平台资源，为我校以及全国医药类院校的师生服务。

四是AI赋能医学研究生教育的课题研究。通过AI提炼有关医学研究生教育最有价值的国内外文献，站在国际前沿，立足国内形势，寻找最重要最恰当的选题方向；通过AI辅助设计研究课题的调研问卷、生成数据处理代码、分析总结大数据从而得出更可靠的调查研究结果；研究者利用AI撰写调研报告与研究论文等。

五是AI赋能优质教育资源共享。AI赋能的《肿瘤微环境》课程群建设，将会促进优质课程资源全国共享，辐射全国生物医学、基础医学、临床医学、公共卫生、药学等学科专业研究生，提升他们的科研思维和创新能力，为我国培养更多高端的复合型医学人才，成为《新质.引领.赋能数字教育》的典范，为我国医学研究生课程的改革创新提供可复制可推广的路径和经验，为我国“教育科技人才一体化”发展助力，为“健康中国”战略服务[13-14]。

利益冲突　所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明　梁春敏：课程建设、课题申请、论文构思、撰写论文；汪玲：总体把关、审订论文

参考文献

[1] NobelPrize.org. The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2011 [EB/OL]. (2011-10-02) [2025-09-28]. https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/2011/summary/.

[2] NobelPrize.org. The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2018 [EB/OL]. (2018-10-10) [2025-09-28]. https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/2018/summary/.

[3] 中华人民共和国中央人民政府. 中共中央、国务院印发了《“健康中国2030”规划纲要》[EB/OL]. (2016-10-25)[2025-10-15]. https://www.gov.cn/zhengce/202203/content_3635233.htm.

[4] 中华人民共和国教育部. 一体推进教育科技人才事业发展[EB/OL]. (2024-06-29) [2025-10-15]. https://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5148/202407/t20240701_1138815.html.

[5] 蒋小英, 宁启兰, 闫小飞, 等. 生成式人工智能在基础医学教学中的应用前景[J]. 基础医学教育, 2024, 26(6): 508-511. DOI: 10.13754/j.issn2095-1450.2024.06.16.

[6] 王斌, 田士来, 王小成, 等. 以ChatGPT为代表的人工智能技术在医学教育中的机遇与挑战[J]. 医学教育研究与实践, 2023, 31(4): 402-405. DOI: 10.13555/j.cnki.c.m.e.2023.04.002.

[7] 陶嘉雯, 余争平, 皮会丰. 浅析以ChatGPT为代表的人工智能对医学教育的影响[J]. 数理医药学杂志, 2023, 36(6): 475-480. DOI: 10.12173/j.issn.1004-4337.202304093.

[8] 吴凡, 汪玲, 包涵, 等. 医学教育创新发展理论与实践[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2022.

[9] 吴佳蕊, 李昭莹, 夏悦箐, 等. 生成式人工智能赋能医学教育发展的脉络因子、风险表征与纾困路径[J]. 中国卫生事业管理, 2026, 43(2): 195-199. DOI: 10.3969/j.issn.1004-4663.2026.02.013.

[10] 周琳, 邓杰夫, 庄浩锦, 等. 基于人工智能的医学教育智慧课堂设计[J]. 现代医院, 2024, 24(8): 1302-1305. DOI: 10.3969/j.issn.1671-332X.2024.08.041.

[11] 韩溪轩, 吕枫枫, 王强, 等. 人工智能技术赋能医学人才培养的应用与探究：以首都医科大学为例[J]. 中国医学教育技术, 2024, 38(3): 261-265, 270. DOI: 10.13566/j.cnki.cmet.cn61-1317/g4.202403001.

[12] 袁欢欢, 全祉悦, 林祎, 等. 当医学课程考核遇上生成式人工智能：价值、挑战与未来展望[J]. 中国医学教育技术, 2023, 37(3): 254-259. DOI: 10.13566/j.cnki.cmet.cn61-1317/g4.202303002.

[13] 刘成程, 寻萌, 韩蕾, 等. 人工智能推动医学教育改革的现状与展望[J]. 基础医学教育, 2024, 26(10): 890-894. DOI: 10.13754/j.issn2095-1450.2024.10.15.

[14] 江哲涵, 奉世聪, 王维民. 人工智能生成内容在医学教育中的应用、挑战与展望[J]. 中国教育信息化, 2024, 30(8): 29-40. DOI: 10.3969/j.issn.1673-8454.2024.08.003.

（收稿日期：2025-09-28）
（本文编辑：唐宗顺）