

# 医理工交叉学科博士生培养模式探索与实践\*

吴拥军<sup>1</sup>, 通讯作者 丁丽华<sup>1</sup> 屈凌波<sup>2</sup>

(1. 郑州大学公共卫生学院 河南郑州 450001;

2. 郑州大学化学学院 河南郑州 450001)

**摘要:** 结合教学科研实践, 对医理工交叉学科博士生的培养模式、特点、目标和初步成效进行探讨, 并提出培养交叉学科博士研究生有效路径与对策。

**关键词:** 交叉学科 博士生 培养模式 研究生教育

**中图分类号:** TB30-4 **文献标识码:** A

**DOI:** 10.12218/j.issn.2095-4743.2022.49.102

当今世界社会经济和科学技术飞速发展, 一些重大前沿领域中原创性的科研成果不断涌现, 这些重大成果大多得益于交叉学科的发展, 创新是科学研究灵魂, 而学科交叉是产生创新的沃土<sup>[1]</sup>。交叉学科也称为跨学科, 基于两个以上学科研究的交叉融合, 或者用一部分学科的理论和技术去解决另一学科的相关问题。学科交叉现已成为学科发展的基本特征, 科学研究已从高度分化走向交叉综合的发展趋势。世界著名大学普遍重视和推动学科交叉融合和发展, 充分利用多学科交叉优势, 实施和开展跨学科研究生教学和科学研究<sup>[2]</sup>。

我们所在大学拥有文、理、工、医、农等12个学科门类, 形成多学科交叉、相融互补的育人氛围, 为充分发挥多学科交叉优势, 拓展以问题驱动的跨学科研究, 推动交叉学科的形成与发展, 拓宽博士生的研究视野, 2017年大学试点实施学科交叉培养博士生招生专项计划。作为预防医学与化学、信息工程专业的教授组, 我们成立了医科-理科-工科(下文简称医理工)交叉学科导师组, 共同指导学科交叉博士生, 对培养交叉学科博士生的培养模式、特点、目标和初步成效进行探讨, 并提出培养交叉学科博士研究生有效路径与对策。

## 一、组建医理工交叉学科博士生培养导师组

导师是博士生培养的第一责任人, 肩负着培养高层次创新人才的崇高使命,

导师发挥着极为重要的角色, 导师的知识构成、学术水平和文化涵养直接关系到博士生的培养质量, 尤其是交叉学科联合培养的博士, 要求导师必须具备一定的专业知识、系统专业知识和跨学科知识。为此, 根据学校要求及实际需要, 组建了由预防医学、临床医学、化学、信息工程等不同学科教授组成导师组, 导师组中执行招生计划的为主责导

师, 主责导师应具备博士生招生资格, 合作导师须为校内具有导师资格。其中导师组成员中, 有2位化学专业的教授, 5位预防医学专业教授, 2位临床医学专业教授/兼主任医师, 1位信息工程专业教授参与, 共10位教授共同组成了交叉学科博士生指导小组; 导师队伍结构合理, 年富力强, 均具有博士学位, 教学和科研经验丰富。

## 二、制订医理工交叉学科博士生培养目标

从国家发展的愿景目标来看, 交叉学科博士研究生培养要立足国家战略和科技前沿的高素质人才, 热爱祖国, 拥护党的基本路线, 遵纪守法, 较好地掌握马克思主义理论, 具有良好的道德品质和科研作风。具有独立从事科学研究工作的能力, 能够在科学和专业技术上取得创造性成果。具体目标是围绕科技尖端领域的前瞻性研究问题及涉及国计民生的重大公益性研究问题, 培养具有跨学科视野、能够解决上述诸多问题的高素质创新型人才<sup>[3]</sup>。

根据学校要求, 交叉学科博士生研究方向要以项目为依托, 有一定的交叉研究基础, 并有望产出重要科研成果、培养出高质量的博士生。因此, 我们以国家自然科学基金项目为依托, 结合博士生的学业基础、自身能力和兴趣爱好制定详细的培养计划, 加强主责导师、合作导师与博士研究生及硕士研究生之间的交互影响, 营造良好的学术氛围, 挖掘交叉学科博士研究生的科研潜力。通过交叉学科的联合培养, 提高博士研究生自主学习前沿知识和综合知识及技术的能力, 全方位培养博士生的批判性思维能力、创新意识与创新精神, 提高博士研究生的综合素质和独立的科研能力。力争4年内获得检测肺癌标志物新原理和分子诊断新方法, 研制出相应的传感器件、多功能生物识别探针及数据挖掘建模系

\*基金项目: 郑州大学研究生教育研究重点项目“医理工交叉学科博士生培养模式探索与实践”(YJSJY202117)。

统,为肺癌早期诊断与预警提供高灵敏高选择性的检测方法,交叉培养博士研究生发表高水平SCI论文3篇以上,开发出具有自主知识产权1~3项肿瘤检测试剂盒,研制出1项肺癌危险度评价系统。

### 三、制订医理工交叉学科博士生个性化的培养计划

美国是最早进行交叉学科博士研究生培养的国家之一。在交叉学科博士研究生的培养过程中,他们的课程体系一般采用核心必修课程和多学科多专业选修课程相结合的课程体系,该课程体系的灵活度较高,知识面较宽,但专业深度有待商榷<sup>[4]</sup>。依据我们国家的实际情况及国家学位条例、学科专业培养方案和交叉学科特点的具体情况,结合博士研究生的学科背景、知识基础和兴趣爱好,选择合适的培养路径,制订个性化的培养计划乃重中之重。

采取联合交叉培养的方式,坚持集体指导和主导师负责相结合的培养模式,博士一年级阶段在预防医学与公共卫生学、化学和信息工程学三个领域学习主要的课程,在课程设置上实行宽口径培养,培养过程中注重引入交叉学科研究的最新成果,增加1~2门跨学科课程的学习,提倡采取专题讨论、文献汇报、工作汇报、学术报告会、研究生学术论坛等形式进行跨学科的交流,通过加强不同学科间的学术交流,寻找学科间的交叉点和突破点,培养其具有更加开阔的视野和灵活的思维,提升其掌握交叉领域相关仪器设备的使用能力及和操作技能。

具体计划如下:

博士一年级在化学和预防医学与公共卫生学两个领域学习主要的课程,主要包括现代合成化学、现代分析化学、化学生物学等化学课程,卫生统计学、医学科数据科学策略与方法、流行病学进展等医学课程,通过不同学科课程的学习,让其具有更加开阔的视野和灵活的思维。

博士二、三年级,通过学术研讨会、文献汇报、课题进展汇报、学习交叉领域相关的仪器设备、基本技能和理论前沿。进行科学研究,发展基于仿生分子识别体系的检测新原理和分子诊断新方法,研制出相应的传感器件、多功能生物识别探针,为肺癌早期诊断与预警提供高灵敏、高选择性的检测方法,运用数据挖掘技术,建立肺癌早期预警模型。

博士四年级进行课题研究及博士论文的撰写和答辩。

### 四、交叉学科博士生论文选题与要求

从科学发展的前沿热点、科技尖端及国家创新发展大局出发,鼓励博士研究生跨学科选题<sup>[5]</sup>。开展交叉学科科研课题的研究,促进产学研相结合,激励各学科之间的互动。博

士研究生的选题为交叉学科前沿性研究,具有开创性,对科技发展、国民经济稳定具有较大的理论意义或应用价值,研究方向明确。其文献综述阐述详实,指导教师和领导小组应对其开题严格把关。博士研究生在实践中培养独立从事科学研究工作和组织科学研究活动的的能力。鼓励博士研究生选择具有一定风险性的学科前沿领域研究课题或对国家经济建设、科技进步和社会发展具有重要意义的研究课题,突出学位论文的创新和先进性。

近年来,我国肺癌的发病率及死亡率居癌症之首,因此,肺癌的早期筛查与诊断显得尤其重要,而发现新型肺癌标志物的分析方法及构建早期筛查系统尤为关键。液体活检技术的出现,标志着人类在攻克癌症的道路上又前进了一大步。

所谓液体活检是指通过检验血液或者其他体液对癌症等疾病做出分析诊断。液体活检是近年来非常热门的领域之一,具有创伤小、可重复性、实时判断疗效、动态调整治疗决策等。

尽管液体活检中外泌体及其蛋白质检测在肺癌筛查和辅助诊断中具有重要的应用价值,但缺乏有效的分离和分析方法,限制了外泌体的临床应用。为此,选择了国家自然科学基金交叉项目作为博士生研究课题。依据外泌体生物学特性,制备高效分离介质磁性纳米微粒,在其表面修饰适配体,制备出高亲和力、高特异性用于捕获外泌体的适配体-磁性纳米颗粒介质。设计与研制出具有蛇形不规则微通道结构的微流控芯片促进适配体-磁性纳米颗粒和外泌体的结合,提高外泌体捕获效率。将适配体-磁性纳米颗粒与多功能荧光探针结合,采用双重识别策略避免可溶性蛋白干扰,实现了血浆外泌体浓度和外泌体膜蛋白的高灵敏度高特异性同步测定。采用非标记蛋白组学筛选肺癌患者血浆外泌体差异蛋白,并用平行反应监测靶向蛋白组学、生物信息学和双抗夹心免疫吸附试验进行分层验证,筛选出候选的肺癌蛋白标志物;运用DNAzyme及CRISPR-Cas12a/Cas13a双重放大检测信号,通过荧光编码实现信号区分,构建了灵敏度高、特异性强、普适性好的血浆外泌体中两种蛋白同步检测方法。并运用数据挖掘技术,建立了肺癌智能辅助诊断模型,为肺癌筛查及辅助诊断提供了新的方法和工具。

在整个博士阶段,以科研项目锻炼博士研究生创新思维和学术研究。通过课题研究把博士研究生带入科研领域,以科研任务来激发研究生创新能力,发挥科研在培养创新人才中至关重要的作用。博士学位论文在导师的指导下,由博士

生独立完成。博士学位论文是博士研究生在某个具体的研究领域进行的系统深入的研究工作的总结,是衡量博士研究生培养质量和学术水平的重要标志,是对博士研究生进行科学研究或承担专门技术工作的全面训练,是培养博士研究生创新能力,综合运用所学知识发现问题、分析问题和解决问题的主要环节。

#### 五、制订过程考核内容,细化考核指标,强化执行力度

结合博士研究生个人情况,认真制定博士研究生的培养方案。论文选题前需提交1篇内容详实文献综述,指导教师和领导小组并对其开题严格把关。在交叉学科博士研究生的培养过程中,注重培养博士研究生独立从事科学研究工作和组织科学研究活动的的能力。鼓励博士研究生选择具有一定风险性的学科前沿领域研究课题或对国家经济建设、科技进步和社会发展具有重要意义的研究课题,突出学位论文的创新和先进性。博士研究生在校学习期间发表不少于3篇与学位论文有关的学术论文。

整个博士培养阶段,以交叉学科科研项目为主导,加强主导导师、合作导师与博士研究生,以及研究生之间的交互影响,营造良好的学术氛围,充分调动交叉学科博士研究生的智慧及学习潜力。通过交叉学科联合培养,发挥博士研究生自主学习前沿和综合性的知识和技术,提高博士研究生的综合科研素质和创新能力。培养过程中注重产学研相结合,进行实践性教学和研究,突出知识的实用性和适用性,加速交叉学科科研成果的转化。

#### 六、培养成效

在导师组的联合指导下,通过交叉学科联合培养,博士生经历了四年的磨炼,独立完成了一篇系统完整的学位论文,具有较强的理论意义和使用价值,表明博士研究生已经掌握了坚实宽广的基础理论和系统深入的专门知识,具有独立从事科学研究工作能力,在科学或专门技术上做出创造性成果。该学位论文是博士研究生在该研究领域进行的系统研究工作的总结,也是衡量博士研究生培养质量和学术水平的重要标志。博士论文通过查重、预答辩、论文盲审、答辩等诸多环节,表明博士研究生已经掌握了坚实宽广的基础理论和系统深入的专门知识,具有独立从事科学研究工作能

力,在科学或专门技术上做出创造性成果。该生在读博士期间,共修40学分,平均绩点4.08;以第一作者发表SCI论文5篇,中科院1区论文3篇,中科院2区论文2篇,累计影响因子39.15;参与国家自然科学基金面上项目申请及实施工作;申请发明专利3项,已授权1项;获得2019-2020学年校级三好研究生、2020年博士研究生国家奖学金、2020-2021学年校级优秀成果奖和2022年省级优秀毕业生。

综上,我们所构建的交叉学科博士研究生的培养目标、模式已初见成效。从申请交叉学科博士生招生开始,经历了交叉学科博士研究生培养计划及过程考核内容制订、考核指标细化;在具体实施过程中,融入交叉学科如化学、预防医学及信息工程学等课程互选及学术交流,强化宽口径,厚基础,注重引入交叉学科研究的最新成果;采取专题讨论、文献汇报、工作汇报、学术报告会、研究生学术论坛等形式进行跨学科的交流;通过交叉学科联合培养,提高博士研究生的综合素质和创新能力。产学研相结合,进行实践性教学和研究,突出知识的实用性和适用性,加速交叉学科科研成果的实际应用。

#### 参考文献

- [1]徐倩,胡晓楠.学科交叉沃土涵育科技创新之花[N].中国教育报,2022-3-21(5).
- [2]蔡中华,吴云天,贾梦秋.基于交叉学科的博士生培养机制探索[C].第二届中国研究生教育学术论坛学术论文集,北京:学位与研究生教育杂志社,2007,65-68.
- [3]吴世明.重视博士生交叉学科知识的培养[J].中国高等教育,2001,17:19-20.
- [4]张建卫,赵辉,罗庆生,等.美国交叉学科博士研究生的培养:现状评析与实践启示[J].学位与研究生培养,2015,9:59-63.
- [5]黄勇荣,蒋婷婷,刘楚珂.论研究生科技创新能力的培养[J].黑龙江高教研究,2016,11:82-84.

#### 作者简介

吴拥军(1968.01—),男,汉族,研究方向:肺癌筛查及早期诊断研究。