管理·教学

# 校企联合培养模式在检验医学教学中的实践*

黄洁雯[1,2]，倪培华[1]，卫蓓文[1]，宋　珍[1]，梁璆荔[1]，李　惠[1]，徐培青[1,2]，李擎天[1,2△]
1. 上海交通大学医学院附属瑞金医院，上海 200025；2. 上海交通大学医学院医学技术学院，上海 200025

**摘　要**：在检验医学课程的开展中，以医学院教师的理论教学为依托，引入校企联合培养模式，在专业课程的开展中加入企业教师进课堂和专业学生入企业，结合免疫读书报告会、实验操作技能大赛、大学生创新计划和毕业论文课题等由企业技术教师参与作为技术指导、评审监督、奖学金支持的项目，追踪近 5 年各项目的实践成绩，评估校企联合培养模式对于培养新时代卓越临床检验工作者的价值。校企联合培养模式能使学生的专业水平、科学素养和就业竞争力全面提升，为培养卓越的医学创新技术人才做贡献。

**关键词**：校企联合培养模式；　医学检验技术；　课程改革
**DOI**：10.3969/j.issn.1673-4130.2023.07.024　　**中图法分类号**：R446
**文章编号**：1673-4130(2023)07-0887-04　　**文献标志码**：B

传统的医学院校专业课程的教学模式以理论教学为基础，实验教学由于缺乏临床一线的自动化、精密仪器设备，通常采用最经典的手工检测方法，学生进入临床见习和实习之后，往往发现接触到的实验技术设备和操作方法与课堂的教学内容有一定的脱节[1]。为了培养和造就面向未来的高层次复合型医学技术人才，上海交通大学医学院医学技术学院检验系与知名医药企业和仪器设备企业签订校企联合教学协议，引入校企联合培养模式，深化交叉融合，以满足日新月异的医学技术发展对高水平人才的迫切需求。

## 1　校企联合培养模式的必要性

医学技术是医学与工科之间的交叉，是医学科研与医学教育间的桥梁，更是高校与医疗企业之间教研合作、成果转化的桥梁[2]。随着新型冠状病毒感染疫情的爆发，社会对检验医学技术人才的需求越来越大，对检验检测技术的要求越来越高。墨守成规、脱离一线的教学模式不能与高速发展的检测技术与仪器设备接轨，也背离新时代下社会对医学技术人才的迫切需要[3]。医学检验技术是实践性很强的专业，长期以来针对检验医学技术专业的学生，上海交通大学医学院检验系与各附属医院检验科和实验室的教师合作开展“校医”联合培养模式。但在实践过程中，“校医”联合培养模式展现出一些不足，首先临床实验室必须以一线医疗和科研为主，学生缺少对设备的实际操作机会；其次，校内实验课程安排注重原理的手工基本操作，难以激起学生的学习热情和求知欲望。为了改变这一现状，上海交通大学医学院检验系推出校企联合培养模式，并以《临床免疫学检验》《检验仪器分析技术与应用》课程及大学生创新计划、毕业论文作为平台和检测指标，评估校企联合培养模式对于培养新时代卓越临床检验工作者的价值。校企联合培养模式能让在校医学生提前接触前沿技术平台，有利于技术人才的培养[4]。

## 2　校企联合培养模式的方法

校企联合培养模式主要是通过企业教师进课堂和专业学生入企业，并结合免疫读书报告会、实验操作技能大赛、临床实践、线上共享平台等由企业参与进行技术指导，培养学生的科学素养和动手操作能力。

**2.1**　企业教师进校园　医学技术学院检验系邀请企业教师进校园，参与专业模块的理论和实验课程的教学工作。在《检验仪器分析技术与应用》课程中，根据不同企业的特色与专长，邀请技术教师参与授课。如希森美康公司的教师讲授《血液分析仪》，梅里埃公司的教师讲授《质谱分析仪》，奥林巴斯公司的教师讲授《显微镜》，迈瑞公司的教师讲授《血液检验结果分析》等。同时，以学生“走出去”的方式，分别前往奥森多、罗氏、贝克曼等公司现场学习。在程序方面，每学年检验系领导和主管教师与各公司教师协调授课内容和形式，将各位教师信息纳入学校教师信息库，企业教室可以外聘教师的身份进行教学。在《临床免疫学检验》的实验课程中，原本的抗核抗体检测以小鼠肝印片作为载体，印片上的细胞厚薄不一，单位面积内细胞大小和数目不同，只能定性检测。企业教师带来了新的教学资源和模式。首先，企业教师提供人 Hep-2 细胞作为实验基质，单位面积内 Hep-2 细胞数基本一致[5]，可以半定量检测抗核抗体；其次，企业教

*　**基金项目**：上海高校本科重点教改项目（沪教委高〔2020〕55 号）；上海交通大学医学院本科教学改革项目（沪交医教〔2020〕3 号）；上海交通大学医学院课程建设项目（沪交医教〔2018〕4 号）。

△　**通信作者**，E-mail：qingtianli@sjtu.edu.cn。

师带来许多临床自身免疫疾病患者血清中的常见核型，让学生认识到抗核抗体核型的多样性与复杂性，学会分析识别临床上更常见的混合核型，而不是课本上单一的核型[6]。

**2.2**　开展免疫读书报告会　文献检索和阅读能力能够帮助医学生提高的科学素养，是其未来从事实验室研究最重要的技能之一。利用实验课操作间隙，开展读书报告会，学生自由选择与免疫专业相关的中外文献，制作课件或思维导图进行分享展示。其他学生通过文献的来源、课件制作质量、讲解的清晰度等角度进行综合评价，选出最优秀的演讲者进入决赛角逐奖学金。在免疫读书报告会中，企业不仅提供专项奖学金支持，还在选题领域、赛制形式设定等方面参与协调，并委派企业领导和技术专家参与决赛评分和颁奖，激励学生通过文献学习来提升自身全面素养。

**2.3**　举办医学技术技能大赛　检验技能操作大赛自 2015 年以来在院系领导、各教研室专业课教师的悉心指导下由检验系学生自主筹备策划，已在生化、血液和微生物检验等多个学科领域开展，企业提供技术指导和奖学金支持。专业教师对参赛选手进行赛前培训，邀请企业教师进行项目评审和赛程监督[7]。大二开展基础版技能大赛，包括移液管精准移液、微生物特殊结构镜下识别、血涂片制作与细胞计数等。大三开展进阶版技能大赛，包括各类细菌的生化鉴定、骨髓片观察、DNA 提取、酶联免疫吸附试验等。大赛另设专业知识抢答环节，主要考察专业理论知识。2020 年第六届技能大赛还增加了新型冠状病毒感染知识问答。学生在抢答氛围中更加牢固地掌握了知识点。通过技能大赛实践，检验系学生近年来荣获“大学生生命科学创新竞赛”一等奖、“东方检验医学学术会议知识竞赛”一、二等奖并多次在“全国形态学大赛”中斩获佳绩。历届获得优胜的学生都给来自企业的各位专家教师留下了深刻印象，也促进了学生高效获取知识和快速成长。检验技能大赛和各项专业竞赛给学生提供了展现自己的舞台，通过实践“检”微知著，为今后临床工作打下坚实基础。

**2.4**　学生走出课堂　在《检验仪器分析技术与应用》课程中，课程组与近十家涵盖血液、生化、免疫、微生物、形态等仪器的头部公司对接，由专业教师带队去企业技术和研发部门进行参观培训。在暑期开展暑期临床实践项目，学生进入包括国家重点实验室在内的优秀技术平台进行实践学习。此外，在大学生创新性项目方面，指导教师与企业合作，可在成熟的技术平台进行基因测序、质谱分析，有助于高效完成科研任务。近年来，检验系依托高校与企业实验室合作平台的 19 组大创团队，申报并获评了市级和国家级创新性项目。

**2.5**　共享平台，在线学习　为克服新型冠状病毒感染带来的不确定因素，充分利用互联网技术迅速发展的有利契机，通过在线平台进行资源共享、技术支持、同伴交流、朋辈互动，让在校学生更好地了解诊断企业目前的发展状况、对人才的需求及检验人在诊断企业的诸多发展方向[8]。邀请往届选择去公司就业的学生线上分享个人的发展经验，使学生了解检验行业的发展趋势和企业的职业发展状况，拓宽择业视野。

## 3　实施效果

**3.1**　提升学生的专业素养　在融入校企联合培养模式的专业课中，2017－2021 这 5 个年度《临床免疫学检验》和《检验仪器分析技术与应用》学期总评成绩的优秀率呈上升趋势，见图 1、2。2020 届由于新型冠状病毒感染的影响取消了校企联合培养模式，优秀率有所降低。从 2017－2021 届毕业论文成绩分布来看，除去 2020 届，毕业论文的优秀率从 2017 届的 5.41% 上升到 2021 届的 19.35%，有 SCI 论著发表、以口头发言、墙报等形式参加校企搭台及其他学术交流学生的论文得分在 2021 届达到了 90 分以上。见表 1。2022 届实习优秀率较 2018 届提高了近 15.59%。见表 2。

**表 1**　2017－2021 届毕业论文成绩分布表

| 项目 | $n$ | 成绩分布[$n$(%)] | | | 论文得分($\bar{x}\pm s$，分) | 有文章发表及参加学术交流学生的论文得分($\bar{x}\pm s$，分) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ≥90 分 | 80～<90 分 | 70～<80 分 | | |
| 2017 届 | 37 | 2(5.41) | 30(81.08) | 5(13.51) | 84.38±4.44 | 86.50±4.34 |
| 2018 届 | 52 | 5(9.62) | 37(71.15) | 10(19.23) | 83.87±3.89 | 84.72±3.39 |
| 2019 届 | 52 | 7(13.46) | 45(86.54) | 0(0.00) | 86.37±3.22 | 87.25±4.11 |
| 2020 届 | 60 | 2(3.33) | 56(93.33) | 2(3.33) | 85.48±2.97 | 87.93±2.61 |
| 2021 届 | 62 | 12(19.35) | 47(75.81) | 3(4.84) | 85.91±4.19 | 90.83±0.69 |

**3.2**　培养学生的创新思维能力　通过 4 年校企联合培养模式的实施，本科学生提前接触检验领域尖端技术平台，专业技术水平和科研学术兴趣均有所提升。2017－2020 年度的大学生创新性课题质量呈上升趋势，见图 3，国家级课题由 2017 年度的 7% 上升到 2020 年度的 25%，上海市级课题的比例由 2017 年度的 14% 上升到 25%。2019 和 2020 年均有本科学生在校内学习期间通过大学生创新性课题和校企联合

平台，发表高因子 SCI 论著。2020 年，因暂停了大部分校企联合项目而严重影响了 2021 年国家级课题的评审。同时 2020 届学生毕业论文优秀率也较 2019 届和 2021 届降低（$P<0.05$）。

**3.3**　开拓学生的深造和就业方向　通过校企联合培养模式，学生发现随着现代医学检验技术的发展，各家企业都很重视青年人才培养，纷纷主动建立各自的培训部门。在人才需求方面，也日益以高学历青年人才为主。与高校、科研院所对高学历人才的需求相比较，企业方面更注重学生本科及研究生阶段对技术应用方面的学习。同时，在企业的业务发展、职位晋升等方面，更高学历的毕业学生均已显示出显著优势。从 2017－2021 届毕业生就业发展情况中可以看出，毕业生选择直接保研或考研进行继续深造的比例逐年上升，从 24%上升到 43%，见图 4。医学技术专业学生毕业去向不仅仅局限于医院的检验科和研究所，还有部分学生选择去检验技术相关的公司就业。

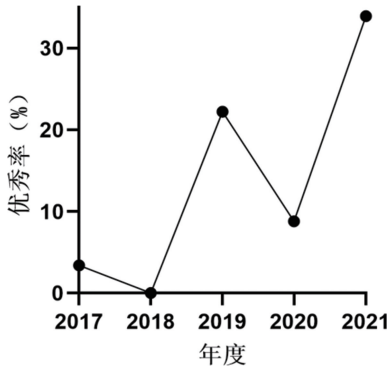


图 1　2017－2021 年度《临床免疫学检验》成绩

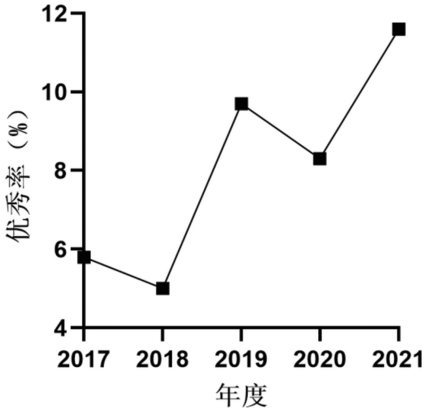


图 2　2017－2021 年度《检验仪器分析技术与应用》成绩

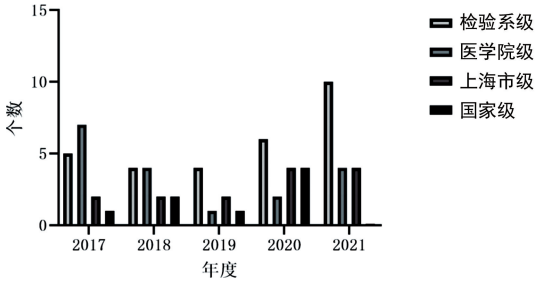


图 3　2017－2021 年度大学生创新性课题情况

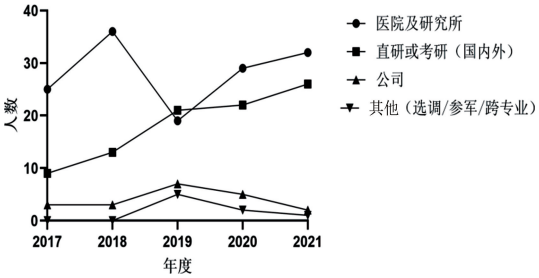


图 4　2017－2021 届学生毕业发展情况

表 2　2018－2022 届实习分数统计

| 项目 | $n$ | 成绩分布[$n$(%)] | | 实习成绩（$\bar{x}\pm s$，分） |
|---|---|---|---|---|
| | | ≥90 分 | <90 分 | |
| 2018 届 | 52 | 41(78.85) | 11(21.15) | 93.28±4.52 |
| 2019 届 | 52 | 48(92.31) | 4(7.69) | 95.46±2.66 |
| 2020 届 | 60 | 53(89.83) | 6(10.17) | 95.92±4.06 |
| 2021 届 | 62 | 58(95.08) | 3(4.92) | 96.75±2.40 |
| 2022 届 | 72 | 68(94.44) | 4(5.56) | 95.64±3.28 |

## 4　讨　　论

**4.1**　校企联合培养模式的意义　医学技术通过提供诊断、治疗、营养、康复等手段直接或间接服务于患者，是临床医生获取患者信息和实施治疗措施的重要支撑。近 5 年来医学技术学院借鉴兄弟医学院的整合实验内容[9]和混合式教学模式[10]，加大教学改革力度，探索校企合作培养模式，使学生通过实践提前接触前沿的仪器设备、操作技术，有利于后期的临床检验专业实习[11]。这种以学校教学为主、联合教学为辅的混合教学模式不仅能使学生更好地掌握专业课的知识，而且可以开拓学生的创新思维，培养其科研兴趣[12]。

**4.2**　校企联合培养模式的显著成果　目前，检验诊断企业多设有培训部门，邀请企业教师在《临床免疫学检验实验》课程中走进来，同时在《检验仪器分析技术与应用》课程中，让学生从校园走出去，实现“零距离”实践教学指导。通过多途径、多模式、多项目的校企联合教学培养，医学技术学院 2016－2020 年度的大学生创新性课题获得国家级和上海市级的比例显著上升，多组学生在本科阶段发表高水平 SCI 论著[13]，可见校企联合培养模式提高了学生的科研兴趣，提前接触与临床接轨的实验室平台有助于培养学生的创新思维能力，也提升了大学生创新性课题的质量[14]。无论是医学技术专业的《临床免疫学检验》和《检验仪器分析技术与应用》专业课成绩还是学生进入临床以后的实习平均分、毕业论文的优秀率均在开展校企联合培养模式的年度稳步提升。对于 2020 届学生，由于受新型冠状病毒感染的影响，校企联合培养模式相关的专业课成绩和毕业论文、大学生创新性课题的完成情况都较 2019 届和 2021 届显著降低，可见持续推进校企联合培养模式才能让学生在实践中获得专业水平和科研能力等方面的稳步提升。

**4.3**　思考与展望　校企联合培养模式提高了医学技

术专业学生的综合素质、专业视野、就业竞争力[15]。近年来，毕业生就业已经不局限于临床科室和实验室，越来越多的学生选择攻读研究生继续深造，部分学生选择去检验技术相关公司从事研发工作。校企联合培养模式衔接了检验领域的最新技术方法、科研动态和临床应用，注重学生综合能力培养，包括创新思维能力和实践操作能力，将科研型教学法的教育理念渗透到检验技术教学过程中。学生们提前接触专业前沿的研究方法和成果，对将来的学习和工作大有裨益。今后，应考虑在毕业设计环节中融入以就业为导向的“校-医-企”联合培养模式，为学生搭建学校与医院、企业之间的桥梁，能更好地培养学生扎实的专业知识和深厚的临床功底，拓宽就业途径，为医学技术相关领域输送高素质的应用型人才。

## 参考文献


[1] 杨晓艳. 新形势下医学检验教育教学改革的思考研究[J]. 中国卫生产业，2017，14(34)：111-112.

[2] 徐漫欢，郑晓群，苏苗赏，等. 医学检验技术专业实践教学体系的改革与研究——以温州医科大学为例[J]. 国际检验医学杂志，2020，41(17)：2162-2164.

[3] 孙美艳，刘微，郭健等. 体外诊断行业背景下基于校企合作的医学检验混合式教学模式[J]. 吉林医药学院学报，2021，42(5)：397-398.

[4] 张轶，朱琳琳，张涛，等. 基于微课的《临床检验仪器与技术》翻转课堂教学改革的探索[J]. 检验医学与临床，2022，19(14)：2008-2010.

[5] 黄洁雯，李擎天，卫蓓文，等. 免疫学检验实验课程的整合与实践[J]. 国际检验医学杂志，2020，41(17)：2164-2167.

[6] 杨光，孙东，万丽平，等. 医企联合授课《自身免疫性疾病抗核抗体检测》实验教学改革探索[J]. 检验医学与临床，2022，19(12)：1719-1720.

[7] 宋珍，陈宁，陈松立，等. 技能基本功大赛在医学检验技术专业实验教学中的探索与实践[J]. 中国高等医学教育，2020，34(4)：49-50.

[8] DONKIN R, ASKEW E, STEVENSON H. Video feedback and e-learning enhances laboratory skills and engagement in medical laboratory science students[J]. BMC Med Educ, 2019, 2019(1): 310.

[9] 黎兵，徐征. 临床免疫学检验技术实验教学改革方法探讨[J]. 国际检验医学杂志，2018，39(11)：1400-1401.

[10] 李晞，王健，齐运伟，等. “雨课堂”背景下临床基础检验学技术实验课混合式教学改革与实践[J]. 国际检验医学杂志. 2019，40(12)：1528-1531.

[11] 孙美艳，刘微，郭健，等. 体外诊断行业背景下基于校企合作的医学检验混合式教学模式[J]. 吉林医药学院学报，2021，42(5)：397-398.

[12] 李博，张鹏，刘首娉，等. 高质量检验医学高等教育体系构建的思考与实践[J]. 中华检验医学杂志，2021，44(11)：1094-1096.

[13] 梁璆荔，丁磊，余文红，等. 提高医学检验技术本科毕业论文质量的对策研究[J]. 国际检验医学杂志，2021，42(17)：2167-2169.

[14] 蔡玉兴，金玉杰，李宁，等. 以就业为导向的“校-医-企”联合育人模式在检验专业毕业设计中的探索[J]. 检验医学与临床，2022，19(4)：571-573.

[15] WU L H. Research on the training mode of innovative talents in medical college under the environment of cooperation between school and enterprise[J]. Theor Pract Innov Enntrepr, 2021, 4(17): 135.


（收稿日期：2022-08-29　修回日期：2023-01-09）

**管理·教学**

# 医学检验专业人工智能教学现状及改进措施*

薛真睿，徐　婷，姚春艳△

陆军军医大学第一附属医院输血科，重庆 400038

**摘　要：**人工智能技术已经越来越多地应用于医疗领域，该技术有望改善医疗工作流程，提高诊疗效率，为患者提供更好的诊疗模式。已有众多教育专家提出在医学课程中加入人工智能教学，以提高医学生运用人工智能技术进行医学实践的能力，加速人工智能技术在未来医学领域的应用。然而，目前多数医学院校在人工智能教育的实际规划和实施方面仍存在空白。该研究通过在医学检验专业的《临床血液学检验》课程中引入人工智能教学，对教学实施情况进行了总结，提出了可行的改进措施，以期为医学院校开展本科生人工智能课程教学改革提供参考和借鉴。

**关键词：**人工智能；　医学教育；　教学改革

**DOI：**10.3969/j.issn.1673-4130.2023.07.025　　**中图法分类号：**G642.3；G647

**文章编号：**1673-4130(2023)07-0890-04　　**文献标志码：**B

人工智能是一门模拟、延伸和扩展人智能的理论、方法、技术及应用的系统性科学，它具有惊人的计

* **基金项目：**中国学位与研究生教育学会项目(2020MSA425)。

△ **通信作者：**E-mail：yaochunyan@tmmu.edu.cn。