·教学改革·

成果导向教育理念助力智能医学工程诊断学实验教学改革的实践研究

王艳凤[1]　刘寅[1]　郭全乐[2]　赵国星[1]
[1]南开大学医学院，天津 300071；[2]南开大学教务部，天津 300071
通信作者：赵国星，Email：guoxingzhao@nankai.edu.cn

【摘要】 针对医学院校智能医学工程专业诊断学实验教学中理论与实践脱节、教学内容重“医”少“工”、师生缺乏互动、教学评价方式单一等问题。引入成果导向教育理念（outcome-based education，OBE），依据课程所支撑的毕业要求，从基于学习产出，设定课程目标；改革教学策略，实现学习产出；评估学习产出，促进持续改进三方面调整实验教学改革思路。改革成效显示，学生对实验教学内容、教学方法和考核方式的满意度均超过86.66%，最大程度地实现医学和工科、虚拟和实训、教学和思政的融合，从知识学习、能力提升和价值观塑造3个维度显著提升实验课程的教学效果和人才培养水平。

【关键词】 智能医学工程；　成果导向教育理念；　诊断学实验；　教学改革
【中图分类号】 R44
基金项目：南开大学四新专业实验教学改革项目（24NKSYSX11）；南开大学本科教育教学成果改革项目（NKJG2024199）；南开大学自制实验教学仪器设备项目（24NKZZYQ10）
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20240522-02082

Practical research on the reform of diagnostics experiment teaching for intelligent medical engineering assisted by outcome-based education

Wang Yanfeng[1], Liu Yin[1], Guo Quanle[2], Zhao Guoxing[1]
[1]School of Medicine, Nankai University, Tianjin 300071, China; [2]Office of Teaching Affairs, Nankai University, Tianjin 300071, China
Corresponding author: Zhao Guoxing, Email: guoxingzhao@nankai.edu.cn

【Abstract】 In response to issues in diagnostics experiment teaching for intelligent medical engineering in medical colleges and universities, such as the disconnection between theory and practice, the teaching content emphasizing "medicine" rather than "engineering", the lack of interaction between teachers and students, and the single teaching evaluation method, this study introduced the outcome-based education concept. According to the graduation requirements supported by the course, the experiment teaching reform ideas were adjusted from three aspects: setting curriculum objectives based on learning outcomes, reforming teaching strategies to achieve learning outcomes, and assessing learning outcomes to promote continuous improvement. The results of the reform show that students' satisfaction with the content, methods, and assessment of experiment teaching all exceeded 86.66%. The reform successfully integrated medicine and engineering, virtual and practical training, and teaching and ideological and political education. The reform also significantly improved the teaching effectiveness and talent cultivation level of experimental courses from the three dimensions of knowledge learning, ability improvement, and value shaping.

【Key words】 Intelligent medical engineering;　Outcome-based education;　Diagnostics experiment;　Teaching reform
Fund program: Nankai University Four New Major Experimental Teaching Reform Project (24NKSYSX11); the Nankai University Undergraduate Education and Teaching Achievement Reform Project (NKJG2024199); and the Nankai University Self-made Experimental Teaching Equipment Project (24NKZZYQ10)
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20240522-02082

随着互联网、机器人、大数据、人工智能等信息技术与医疗健康相关领域的不断融合，为医疗和健康产业发展带来前所未有的机遇[1]。智能医学工程专业是在新医科、新工科融合发展背景下诞生的新兴专业，其设立标志着工程对医学的支撑由早期的“医工交叉”“医工结合”层次步入“医工融合”的阶段[2-3]。智能医学工程专业学生在掌握传统医学知识基础上，以医学大数据为骨架，以人工智能技术为连接点，以患者为核心，具备运用前沿人工智能技术破解医学问题的能力，促进医学的发展，提升救死扶伤的道术[4]。南开大学是全国首批招收智能医学工程专业本科生的高校之一，专业建设秉承服务国家智慧医疗发展战略，围绕“发挥综合优势、推动学科交叉和跨界整合、建设世界一流学科”的总体目标，坚持“厚基础、重创新”的培养理念，旨在培养具有健康医学视野、学科交叉融合特质、完备数据思维、突出的创新和实践能力，较强社会责任感的复合型智能医学工程专业人才，符合高等教育对“新工科”和“新医科”的建设要求。

“诊断学”是智能医学工程专业医学基础模块的专业必修课程，实践性较强，其实验教学目标使学生逐步掌握临床诊断疾病的基本理论、知识和技能，熟悉常用的实验室诊断的内容、临床意义，结合人工智能的技术手段，培养学生具备诊断指标的智能处理和诊断设备的智能研发能力，为学生从事人工智能的临床应用做好专业知识和技能储备。成果导向教育是一种以学生为中心、以学习产出为导向，采用逆向思维方式进行课程体系建设的先进教育理念[5-6]。结合学情分析中的痛点问题，引入OBE教育理念，依据课程所支撑的毕业要求，从教学目标、教学环境、教学内容、教学方法、评价体系等方面进行改革，以期为智能医学工程专业医学基础模块的课程创新提供有效路径和范式。

1　诊断学实验教学中痛点问题及改革思路

教学团队对学生的学习过程及效果开展调研，亟需解决如下问题：①学生直接接触临床真实患者的实践机会有限，无法为学生提供足够机会进行临床问诊、体格检查、辅助诊断和作出诊断与治疗决策训练机会，导致理论与实践脱节；②教学内容设置重“医”少“工”，未能充分体现医工融合，缺乏与人工智能技术紧密结合的实践环节，学生参与效果差，造成偏离人工智能服务于医学的本质特征；③教学方式没有体现医学教育教学与信息化和人工智能技术的深度融合，缺乏师生互动环节，需要融合多种教学手段提高学生的积极性；④原有的教学评价体系单一，学习过程监管困难，缺乏有效反馈；⑤课程思政内涵凝练和融入不足，没有体现医学教育、工程教育、人文教育的深度融合。

在“新医科”建设背景下，基于OBE理念的教学模式要把握好3个关键问题，即反向教学设计、以学生为中心、持续改进的教学评估，并注重以互联网、大数据、人工智能为代表的先进信息技术与教育教学相融合[7-8]。结合教学中痛点问题，本文基于OBE理念围绕“以学为中心”从三方面调整实验教学改革思路：基于学习产出，设定课程目标；改革教学策略，实现学习产出；评估学习产出，促进持续改进。以确定成果为出发点，立体化整合实验教学内容，并创新实验教学方法着重培养医工融合实践能力，采用多元化的考核评价体系，再根据学习效果建立定期评估、持续改进的质量保障体系，整个教学过程为闭环化（图1）。

2　实验教学设计及改革

2.1　基于学习产出，设定课程目标

基于OBE理念，按照课程目标服务于学习产出的内在联系，从“知识-能力-素质”3个维度细化诊断学实验教学目标，为教师授课和学生的学习指明目标和方向。明确了学生通过该课程的学习不但具备诊断学实验知识与技能，也能够跨界融合不同专业理论技能，运用工程思维与方法来解决医学问题，并引导学生接触医学实践，树立为人民服务的思想，践行社会主义核心价值观（表1）。

2.2　改革教学策略，实现学习产出

2.2.1　营造有助于学生进行深度学习的多元化学习环境

充分利用学院智慧化医学实验室、虚拟仿真实验室、VR模拟教室、PBL/TBL智慧教学研讨室等一系列信息化硬件设施；依托中国大学MOOC平台、实验空间-国家虚拟仿真实验教学项目等共享平台，创设立体教学环境；建设数字化实验教材、微课视频、虚拟病例库等资源，夯实教与学基础；联合使用长江雨课堂、飞书会议、问卷星、微信等信息化工具使得教学互动、教学管理灵活丰富化，营造新颖、愉悦、有助于学生进行深度学习的多元化学习环境（表2）。

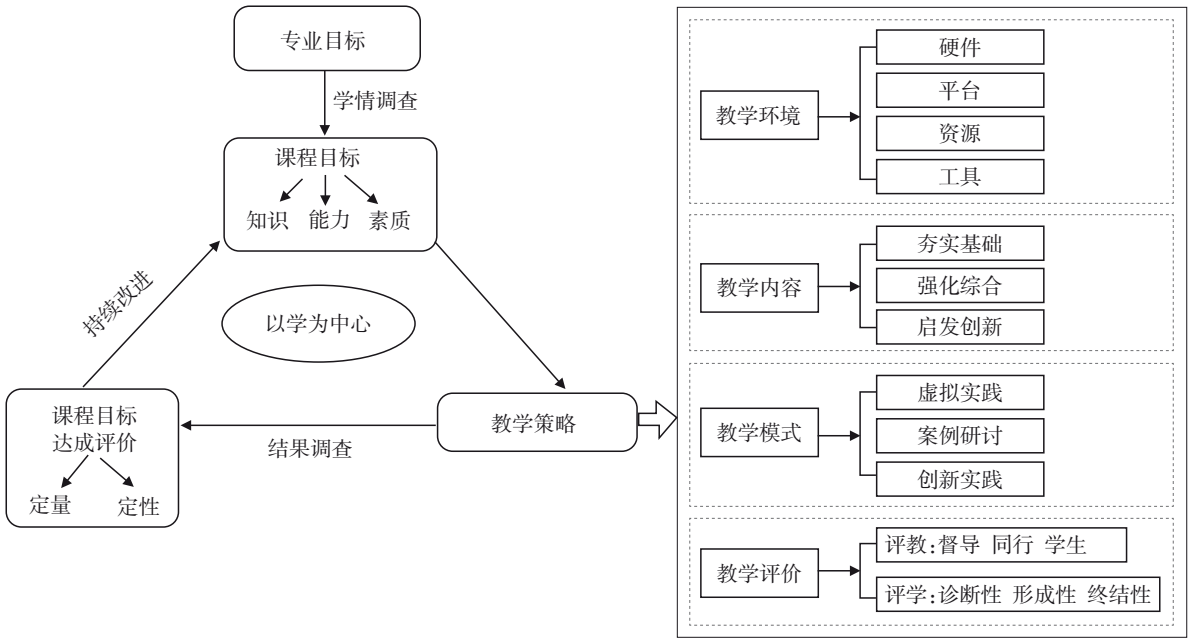


图 1　基于 OBE 理念诊断学实验教学模型

表 1　课程目标及其支撑的毕业要求

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标	目标定位
科学文化	具有广博的生命科学与医学预科的理论基础 具备统筹各个学科交叉点的综合视野	理解并掌握较系统的诊断学实验理论、知识及技能，了解人工智能辅助诊断常见疾病的诊断标准、基本流程和方法，具备跨学科知识点交叉融合的综合视野	知识
专业技能	善于通过自学来获取和更新专业知识，不断完善自我 具有将人工智能技术应用于医疗领域的能力	善于通过信息化技术来自主获取、运用及更新专业知识，具备诊断指标的智能处理能力、诊断设备的智能研发及改造能力，增强医工融合创新及实践能力	能力
思想政治	热爱人民，具备强烈的社会责任感及全心全意为人民服务的精神 具备开拓创新的科学精神和实事求是的科学态度	提高学生的批判性思维及团队协作能力，引导学生勇于探索实践，促使学生树立人文关爱及服务民众的意识，增强社会责任感及职业荣誉感，践行社会主义核心价值观	素质
身心素质	关爱他人，具备批判性思维和团队合作的工作作风		

表 2　教学策略对课程目标的支撑

课程目标	预期学习产出	教学内容	时间分配	教学方式与资源
科学文化、专业技能、思想政治	熟练掌握临床诊断技能、诊断步骤、诊断思维及实验室诊断技术，加强人文技能实操，善于运用信息化技术进行自主学习及实践	虚拟仿真实验专题模块	4学时	讲授 慕课、微课 虚拟病例库 虚拟仿真实验
科学文化、专业技能、思想政治	熟悉诊断疾病步骤与方法，培养批判性思维、增强团队合作精神、引导学生考虑社会的整体利益和患者福祉	基于以问题为中心结合虚拟病例的实验专题模块	4学时	虚拟病例库 PBL
科学文化、专业技能、思想政治	了解大数据、人工智能技术辅助诊断疾病现状，训练学生运用大数据技术解决医学问题，提高社会责任感和职业素养	基于人工智能技术的医学诊断案例实验专题模块	6学时	长江雨课堂 CBL
科学文化、专业技能	拓展跨学科的综合视野、能够创新性地运用人工智能的思维与方法来解决生命领域的问题	人工智能辅助医疗诊断设备的升级及改造实验专题模块	6学时	开放性实验
		人体心电图波形测量及描记	6学时	开放性实验
科学文化、专业技能、思想政治	促使学生树立人文关爱意识，运用所学服务社会，增强社会责任感及使命感	第二课堂	4学时	服务学习 科普推送
科学文化、专业技能、思想政治	知识、能力、素质获得全面提升，致力服务全生命周期健康	课程总结及考核	2学时	讲授 讨论及考卷

2.2.2 立体化整合实验教学内容，突破智能医学实践教学瓶颈

诊断学实验主要服务于智能医学工程专业，开课时间为秋季学期，总共32学时，主要涉及查体诊断和问诊方法、诊断疾病的步骤及思维训练、实验室诊断、临床诊疗与人文关怀、医学诊断设备认识及使用、心电图检查等重要实验内容。基于OBE理念，本研究打造从掌握诊断学实验知识与技能到跨学科综合实践，再到自主探索创新的层次递进的立体化实验教学内容，大致归结为以下专题模块：

虚拟仿真实验专题模块：虚拟仿真技术是推进医学信息化核心手段，在诊断学实验教学中展现出良好的教学成效和发展前景[9]。针对学生直接接触临床真实患者的实践机会有限，无法为学生提供足够机会进行临床问诊、体格检查、辅助诊断和作出诊断与治疗决策训练机会的问题。首先，积极利用“实验空间-国家虚拟仿真实验教学项目”平台资源，增设“基于症状学的临床技能和临床思维虚拟实训教程”“基于智能数字化病人综合穿刺与人文关怀相结合的虚拟仿真项目”“临床诊疗虚拟仿真综合实验”“乙型肝炎病毒感染的分子诊断”“甲状腺超声检查及AI辅助诊断虚拟仿真实验”等系列虚拟仿真实验内容，扩充实践教学的内容与深度，重点让学生掌握临床诊断技能、诊断思维及实验室诊断技术，加强人文技能实操。其次，学生通过虚拟病例库数字化标准病人（standardized patients，SP）模型进行临床问诊完成病史采集、体格检查、辅助检查、检查结果、鉴别诊断、制订治疗计划等，为熟练掌握正确的诊断步骤、培养良好的临床思维及临床技能打下基础。最后，待模拟诊疗结束后，让学生利用自然语言处理、机器学习等人工智能技术实现虚拟病例的智能化，使虚拟病例可以根据学生的提问或决策做出相应反馈。

基于以问题为中心结合虚拟病例的实验专题模块：虚拟仿真实验专题结束后，协同基于以问题为中心的教学方法进行小组病例讨论，适当将社会责任感与医工融合实践相融合，引导学生考虑社会的整体利益和患者福祉，从而促进素质目标达成[10]。

以虚拟病例中“头痛查因”为例，具体实践步骤为：①提出问题：60岁患者主诉持续性头痛伴有视物模糊，经过初步检查怀疑为偏头痛或视神经炎，请根据患者病史和症状，列出诊断依据和必要的检查，并思考如何利用人工智能技术提高诊断的准确性和效率。②作出假设：如果最终确诊为偏头痛或视神经炎，你会分别建议患者采取什么治疗措施，有何不同？③收集资料：学生分组收集资料，思考如何将诊断技术和人工智能相结合提高诊断效率及治疗效果，使其更加人性化和符合伦理原则。④师生讨论：主要涉及“可能的诊断及诊断依据”“进一步检查及解释”“治疗措施”“诊断技术与人工智能的发展与伦理关系”等问题。⑤汇报总结：小组将讨论结果汇总成综合分析报告进行汇报展示，教师根据学生的反馈及总结，指出其中的不足并补充讲解。⑥延伸拓展：进一步引导学生思考在设计诊断及治疗方案时，如何考虑社会的整体利益和患者的福祉？人工智能技术如何影响医疗行业、社会和个体患者，科技发展与社会发展的互动关系为如何？医工融合实践中可能遇到哪些伦理困境，如何正确处理这些困境，并做出符合职业道德的决策。此实验教学模块旨在培养学生的批判性思维，提高学生的团队协作能力及沟通能力，并引导学生学会从社会及患者的角度思考，提高学生的服务意识，落实思政育人环节。

基于人工智能技术的医学诊断案例实验专题模块：此部分基于大数据智能化背景下，通过案例为基础的教学引入大数据、人工智能在诊断疾病的应用案例，例如：基于人工智能的乳腺X线摄影分析、脑部MRI图像的肿瘤识别、基于人工智能的医学图像数据挖掘与研究临床案例。实践步骤包括：①准备阶段：课前教师通过雨课堂上传涉及依靠大数据、人工智能技术在进行疾病预测、诊断及治疗的相关案例。②讨论阶段：课上根据课前案例学习，总结人工智能在医学诊断的应用现状和优势，分析讨论人工智能算法在医学诊断中可能存在的偏差和误诊问题，小组推选出针对临床案例的最优人工智能诊断方案；同时引导学生进行人工智能技术辅助医学诊断的伦理探讨，例如患者数据隐私保护、算法公正性等问题，以及如何解决和预防这些问题。③实践阶段：训练学生将医学数据与大数据技术融合，采用现有的疾病预测、决策模型，在计算机端模拟输入病例数据进行深入分析与挖掘，筛选重要的诊治因素和指标进行处理，并尝试建立新的“诊断模块”，在现有的疾病诊治模式上得到新的诊治因素与途径，并和现有的疾病诊治模式进行对比，寻找差距。④总结阶段：最后教师总结归纳，评价小组实践操作及案例研讨结果，提出不足及改进

意见，布置撰写案例学习报告任务。通过本专题的案例教学使学生深入了解人工智能在医学诊断的应用现状和进展，熟悉多发疾病的数据采集、存储、处理、分析与挖掘流程，训练学生运用大数据技术解决医学问题，并引导学生思考人工智能在医学诊断中的优势、挑战和伦理问题，培养其社会责任感和职业素养。

自主创新实验专题模块：此部分旨在锻炼学生用人工智能的思维与方法来解决生命领域的科学问题，不断创新，服务全生命周期健康。例如在“医疗诊断设备的升级及改造”实验中，南开大学医学院临床技能考核中心已包含智能化仿真模拟病人、智能化心肺听诊、腹部触诊检查教学系统、心电图检查模拟训练系统等一系列智能化设备，在此基础上学生可以进行临床诊断技能的实训、实现理论和实践结合。同时教师联合设备工程师为学生讲解临床常见诊断设备结构及工作原理，让学生进行现有医疗诊断设备相关数据进行采集与预处理，利用人工智能算法进行数据特征提取与选择，选择合适的人工智能模型对提取的特征进行训练，将训练好的模型集成到医疗诊断设备中，提高诊断效率和准确率。并尝试进行人机交互设计，使其符合医护人员的操作习惯，最终对升级后的医疗诊断设备进行系统集成和全面测试。

再如，在学习“人体心电图波形测量及描记”实验中，引导学生开展自主创新专题实验，尝试运用工程思维、视角审视全过程：数据采集—数据预处理—特征提取—模型训练—模型评估—应用部署。使学生不但掌握心电、脑电、神经肌肉电生理等生物电产生原理及测量步骤，而且使用机器学习或深度学习算法构建心电图分类模型，通过训练模型使其能够准确地识别不同类型的心电图波形或心电图异常，并将训练好的心电图描记模型部署到实际应用中，可以用于自动诊断心脏病变或辅助医生进行心电图分析。

2.2.3　深化教学模式改革，推进以学生为中心的交互式课堂

为实现以成果为导向的OBE教学目标，推进“课堂教学夯基础、虚拟仿真拓空间、线上线下多交互、项目活动增创新”的教学活动：①发挥信息技术与教育教学的深度融合，通过利用在线教学资源、虚拟仿真实验教学平台及智能化的临床技能实训设备，为学生提供信息化、智能化、个性化的学习环境，夯实诊断学实验知识与技能，培养学生的自主学习能力。②课中采用案例教学和PBL研讨式教学，建立互动式的教学环境，注重培养学生的创新能力和批判性思维。③课后本着“以学生为主导，教师为辅助”的原则，以“互联网+”“创新创业大赛”等科技竞赛项目为依托，积极组织本科生竞赛小组，活跃“第二课堂”。同时融入“服务学习”思政教育实践环节，让学生课后通过科普推送传播科学知识及科学原理，促使学生树立人文关爱意识，成为富有社会责任感、使命感的新时代智能医学专业人才。

2.3　评估学习成果，促进持续改进

多元化考核评价方法能够从多角度地考查学生创新能力、综合分析及解决问题的能力，对于培养学生良好学习习惯、形成正确的学习方法起到积极作用[11]。本项目基于OBE理念围绕课程目标采取多元化的考核方式，构建线上线下结合的信息化考核评价体系（表3），终结性考核后运用问卷调查及微信、电话访谈调研学生对实验课程改革实施满意度及建议，同时在学生、同行、督导3个群体，对课程的教学目的、内容、方法、活动、效果等5个方面进行评教[12]。

表3　课程目标达成度评价

评价类型及权重	评价内容
诊断性评价（20%）	根据课前在线资源观看有效时长、虚拟仿真实验的完成情况、论坛发帖数量等情况进行综合评价
过程性评价（50%）	根据学生实验项目的完成情况、案例分析情况、研讨思维的敏锐度、小组讨论汇报结果、医工融合创新实践能力、科普推送内容、“服务学习”实践环节等进行综合评价
终结性评价（30%）	实验理论考核中增设人工智能辅助临床诊断案例为背景的选择题及材料分析题，并重视学生在材料分析题目作答过程中情感、态度和价值观的输出；实验技能考核采用客观结构化临床技能考核中心（objective structured clinical examination，OSCE）全面考核体格检查的掌握程度

3　实验教学改革成效

3.1　学习效果

依据南开大学有关智能医学工程专业学位绩点、课程成绩考核标准、课程性质、学情反馈、考核难度等，将课程目标合格标准定为0.60，期望值设定为0.70，知识目标、能力目标、素质目标及总目标的达成情况分别为0.85、0.71、0.79、0.80，均大于预期

目标值0.70，评价结果为达成。能力目标的达成度较低为0.71，说明学生在医工融合实践能力，对案例的分析及探究能力需要加强和改善。其中在综合成绩考核，2021级和2022级智能医学工程专业诊断学实验考核综合成绩为（89.12 ± 1.07）分，课程总体优秀率为84.60%，医工融合创新实践、小组汇报、案例分析讨论、体格检查、虚拟仿真实验完成情况的优秀率分别达到76.60%、79.60%、80.70%、92.60%、89.60%。同行评分、督导评分及学生评分均超过87分，居学校前列。

在思政育人成效评估层面，学生主动通过“南开医学生”公众号平台，发表关于“当前诊断技术与人工智能的发展与伦理关系”“人工智能算法在医学诊断数据分析和疾病预测方面的应用”“医学人工智能伦理与法律问题”的各类推送，发起“基于大数据构建诊断模型免费体检倡议”系列实践活动，达成实验课程的价值引领目标，促使学生树立科学健康的世界观、人生观、价值观。

3.2　问卷调查及访谈

综合运用定量与定性相结合的多元化评价方式对实验教学改革成效进行分析，其中定量评价主要针对改革后的2021级和2022级智能医学工程专业的班级进行教学问卷调查，共发放调查问卷45份，回收有效问卷45份，有效问卷回收率100.00%。评价内容见表4；调查结果显示，学生对实验教学内容、教学方法和考核方式的满意度均超过86.66%，说明绝大数学生对诊断学实验改革内容是认可的。

定性评价中从改革后的2021级和2022级智能医学工程专业的班级中随机选取30名学生进行深度访谈，主要围绕“实验教学改革的整体感受”“实验教学中印象最深的环节”“教学改革的不足及提议”几方面展开，以反馈学生对本实验课程的定性评价信息。访谈结果表明，学生反应一切的教学活动都是“以学为中心”，引导学生在实践过程中学会思考与创新，提升运用人工智能基本知识和技能解决医学实际问题的能力，均持肯定态度；受访学生认为实验教学印象最深的环节是基于人工智能的医学图像数据挖掘、图像分割、特征提取、病变检测与研究的临床案例，可以看出学生对临床实际案例比较感兴趣，对训练学生运用人工智能技术解决医学问题具有很强的实用性；另外，部分学生认为自主创新实验及科技竞赛需要投入大量的精力和时间，并且实验室的开放及运行与学生的时间安排存在冲突，同一学习小组存在主动性高低不一致的问题，还需要完善过程管理和监督机制。

4　思考

4.1　基于OBE理念诊断学实验教学改革有助于复合型智能医学工程专业人才的培养

自教学改革实施以来，现有的教学活动很好地实现了预设的教学目标，在“知识层面”学生能够掌握采集病史和体格检查的正确方法，熟悉临床诊断、实验室诊断的主要技术，建立正确的临床诊断思维，了解人工智能辅助诊断常见疾病的诊断标准、基本流程和方法；在“能力层面”上锻炼学生“以

表4　问卷调查结果

问卷内容	调查结果（n=45人）		
运用信息化技术进行自主学习的能力得到提升	非常有帮助 15.56%（7人）	比较有帮助 80.02%（36人）	没有帮助 4.42%（2人）
虚拟仿真实验是否有助于临床诊断技能、诊断步骤、诊断思维的提高	非常有帮助 24.44%（11人）	比较有帮助 68.89%（31人）	没有帮助 6.67%（3人）
以问题驱动的教学方法是否有利于诊断思维、团队协作能力、批判性思维的提高	非常有帮助 24.44%（11人）	比较有帮助 62.22%（28人）	没有帮助 13.34%（6人）
案例式教学是否有助于提高运用人工智能技术解决医学问题	非常有帮助 44.44%（20人）	比较有帮助 42.22%（19人）	适得其反，不如传统教学 13.34%（6人）
自主创新实验是否提高了医工融合创新及实践能力	非常有帮助 24.46%（11人）	比较有帮助 71.11%（32人）	适得其反，不如传统教学 4.43%（2人）
思政教学内容是否增强了自我效能感、社会责任感	非常有帮助 11.11%（5人）	比较有帮助 82.22%（37人）	没有帮助 6.67%（3人）
“服务学习”的融入是否提高了自我效能感及服务民众意识	有很大提高 17.78%（8人）	效果一般 68.89%（31人）	没有提高，反而增加了学习负担 13.33%（6人）
评价方式能够分阶段、分层次、多角度综合评价学习效果，有助于形成良好学习习惯、正确的学习方法	效果明显 73.33%（33人）	效果一般 22.22%（10人）	适得其反，不如传统评价方式 4.45%（2人）

医学问题为导向、以工程实现为重点、以自主创新为突破”的医工交叉思维，促进学生主动学习，拥有运用前沿工程技术破解医学问题能力，具备人工智能辅助诊断和病情预测、医学诊断设备智能化研发、实验室诊断数据分析与挖掘等能力；在“素养层面”能够培养学生的团队协作能力，就开放性话题进行深入思考，培养尊重科学、尊重自然的科学态度，树立人文关爱意识及社会责任感，践行社会主义核心价值观，为培养高素质复合型智能医学工程专业人才提供有益探索。

4.2 医工融合应贯穿在智能医学工程专业整个教育教学过程中

南开大学智能医学工程专业教育教学包含“公共基础、专业基础、专业核心”三段式，其中专业基础课程主要分为计算机基础类和医学基础类[13]。在低年级强化厚基础、强理论，在后续教育和教学过程中通过课程设置将医学和人工智能技术相融合，并确保教学内容与社会热点及行业趋势保持同步，为学生提供医工融合实践机会；邀请医学和人工智能领域的专家学者共同进行学术交流和分享，鼓励学生进行跨学科的研究和创新实践；尝试设立医工融合教育教学的综合评估机制，对学生的知识掌握、实践能力和综合素质进行全面评价，使其更好地满足医疗健康产业的发展需求。

4.3 持续改进

针对课程目标2达成度较低并结合改革成效分析结果，持续改进举措主要包括：①充分利用现代信息化教学手段，增加线上资源的整合和开发，作为学生课前学习和课后扩展知识的主要来源。②使课程目标的定位更精细，对本课程的实验内容及方法进一步整合，使课程实施更加具有可操作性，建立以医学实际问题为导向的驱动式实验教学系统，训练学生综合不同学科知识及技能去解决医学问题，并推广至本专业医学基础模块的其他课程。③充分利用案例教学，构建丰富的医学人工智能辅助诊断的案例库，同时编写高质量的实验课程教材，让人工智能与诊断学实验内容相交融且可拓展，并与教学模式相适应。④完善教学实验室的信息化、智能化管理机制，以促进自主创新实验进行，团队合作过程中充分调动每位学生的积极性，设置针对小组内不同分工量化考核指标，使学习能力较弱的学生得到提升，学习能力较强者变得更强。⑤完善调查问卷内容，对学生进行深入的授课内容及形式调研，加强学生反馈及课程内容、形式修正的循环过程。

利益冲突　所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明　王艳凤：论文构思、撰写论文；刘寅：课程讲授、教学策划；郭全乐：修改论文；赵国星：实验教学辅助、修改审订论文

参考文献

[1] 刘小艳, 王晓冬, 闫珮珮, 等. 人工智能与智能医学新专业建设设想[J]. 中国数字医学, 2021, 16(6): 77-80. DOI: 10.3969/j.issn.1673-7571.2021.06.017.

[2] 袁力蓉, 马涛, 严小鹏, 等. 基于CDIO的高层次医工交叉创新人才培养的实践[J]. 中华医学教育探索杂志, 2021, 20(10): 1137-1140. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20200301-00633.

[3] 魏德健, 张梦秋, 刘静, 等. 中医药院校智能医学工程专业建设路径探索[J]. 中国医药导报, 2023, 20(7): 73-76. DOI: 10.20047/j.issn1673-7210.2023.07.15.

[4] 胡树煜, 耿彧. 智能医学工程专业“一体四翼”人才培养模式探索[J]. 中国医学教育技术, 2024, 38(2): 235-239.

[5] 雍玖, 王阳萍, 王文润, 等. 基于OBE理念的虚拟仿真类开放实验教学模式改革与实践[J]. 计算机教育, 2020(8): 93-96. DOI: 10.16512/j.cnki.jsjjy.2020.08.022.

[6] 阎欲晓, 粟桂娇, 莫柏立, 等. 基于成果导向教育理念的“微生物工程工艺与设备”课程教学改革与实践[J]. 微生物学通报, 2020, 47(4): 1011-1018. DOI: 10.13344/j.microbiol.china.190921.

[7] 陈彦如, 刘继红, 李小凤, 等. 器官系统整合教学背景下医学本科教育期末理论考试所面临的挑战及思考[J]. 中华医学教育探索杂志, 2023, 22(12): 1855-1858. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20221010-01537.

[8] 郭晓奎, 钮晓音, 刘畅. 医学教学导论[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2023.

[9] 刘彦权, 周华蓉, 付海英, 等. 虚拟仿真技术在医学诊断学教学中的应用[J]. 中华医学教育探索杂志, 2020(1): 46-49. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-1485.2020.01.010.

[10] 赵伟, 张倩, 罗建川, 等. 以国家虚拟仿真实验教学金课为特色的生物医学实验室安全教育体系建设与应用[J]. 诊断学理论与实践, 2024, 23(3): 341-346. DOI: 10.16150/j.1671-2870.2024.03.014.

[11] 王勤, 周恍, 张弟源, 等. S-PAL模式自主练习在检体诊断学实验教学中的应用研究[J]. 中华医学教育探索杂志, 2024, 23(5): 683-687. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20231021-01709.

[12] 谢幼如, 邱艺, 黄瑜玲, 等. 智能时代高校课程思政的设计理论与方法[J]. 电化教育研究, 2021, 42(4): 76-84. DOI: 10.13811/j.cnki.eer.2021.04.011.

[13] 陈杨莉, 冉雪, 史亚琴, 等. 基于网站调研的智能医学工程专业设置和培养方案分析[J]. 中华医学教育探索杂志, 2022, 21(9): 1267-1271. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20210625-01013.

（收稿日期：2024-05-22）
（本文编辑：唐宗顺）