·教学改革·

整合 AI 与虚拟仿真实验的机能学实验教学改革实践与应用

王鹏[1]　王芳芳[2]　孙宏丽[1]　曹永刚[1]　甘新宇[1]　王嵩[1]　张千惠[1]　张倩龙[1]　黄武[3]　宋英莉[4]　曹扬[4]　姜欣雨[4]　金宏波[4]

[1]哈尔滨医科大学大庆校区基础医学院，大庆 163319；[2]佳木斯大学基础医学院，佳木斯 154001；[3]成都泰盟科技有限公司，成都 610000；[4]哈尔滨医科大学基础医学院，哈尔滨 150001

通信作者：金宏波，Email：kinga@126.com

【摘要】 目的　探讨人工智能（artificial intelligence，AI）与虚拟仿真技术深度融合对机能实验学课程教学赋能的效果。**方法**　以 2024 至 2025 学年第一学期在哈尔滨医科大学大庆校区开设的机能实验学课程为研究场景，选取康复治疗学专业本科生 88 名为研究对象，采用随机分组方法分为试验组和对照组，每组 44 人。对照组采用传统多媒体结合现场实验的教学模式，试验组在此基础上引入整合 AI 工具与虚拟仿真软件的“AI+虚拟仿真”教学模式。学期结束时，采用统一命题和评分标准进行实验操作考核、过程性考核及综合能力项目评估，比较 2 组学习成绩，并发放问卷评价学习体验与满意度。数据采用 SPSS 22.0 软件进行统计分析，计量资料以均数 ± 标准差表示，组间比较采用独立样本 t 检验；计数资料以例数和百分比表示，组间比较采用卡方检验。**结果**　与对照组相比，试验组的实验操作/技能考核成绩、综合能力项目评估成绩及课程总成绩均提高[(27.85 ± 1.87 vs. 23.41 ± 1.73)(36.11 ± 2.27 vs. 31.09 ± 2.06)(92.42 ± 3.51 vs. 83.22 ± 3.39)](P<0.01)。问卷结果显示，试验组对课程表示“满意”的比例为 97.73%(43/44)，高于对照组的 86.36%(38/44)(P=0.049)。**结论**　相较于传统教学模式，“AI+虚拟仿真”教学模式能有效突破机能实验学教学条件的部分限制，显著提升学生的实验操作技能、综合能力与学习满意度，是推进医学实验教育数字化、智能化转型的可行路径。

【关键词】 机能实验学；　实验教学；　人工智能；　虚拟仿真实验；　教学模式

【中图分类号】 R-05

基金项目：高等教育 2024 年度黑龙江省教育规划重点课题（GJB1424148）；中国病理生理学会 2024 年度医学教育研究重点课题（BSKEJ24003）一般课题（BSKEJ24009）；黑龙江省 2024 年大学生创新训练计划项目（S202410226012）；哈尔滨医科大学专项课题（XA202519）

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20250513-02268

Practice and application of teaching reform integrating artificial intelligence and virtual simulation experiments in the Functional Experiments course

Wang Peng[1], Wang Fangfang[2], Sun Hongli[1], Cao Yonggang[1], Gan Xinyu[1], Wang Song[1], Zhang Qianhui[1], Zhang Qianlong[1], Huang Wu[3], Song Yingli[4], Cao Yang[4], Jiang Xinyu[4], Jin Hongbo[4]

[1]College of Basic Medical Science, Harbin Medical University (Daqing), Daqing 163319, China; [2]College of Basic Medical Science, Jiamusi University, Jiamusi 154001, China; [3]Chengdu Teming Technology Co., Ltd., Chengdu 610000, China; [4]College of Basic Medical Science, Harbin Medical University, Harbin 150001, China

Corresponding author: Jin Hongbo, Email: kinga@126.com

【Abstract】 Objective　To investigate the enabling effects of the deep integration of artificial intelligence (AI) and virtual simulation technologies on the teaching of the Functional Experiments course. **Methods**　Based on the Functional Experiments course offered at Harbin Medical University (Daqing)

during the first semester of the 2024-2025 academic year, 88 undergraduate students majoring in Rehabilitation Therapy were enrolled and randomly assigned to either an experimental group (n=44) or a control group (n=44). The control group received the traditional teaching model combining multimedia-based teaching with on-site laboratory experiments, whereas the experimental group additionally received an AI + virtual simulation teaching model integrating AI tools and virtual simulation software. At the end of the semester, academic performance was evaluated and compared between the two groups using standardized examination questions and scoring criteria across experimental operation assessment, formative assessment, and comprehensive ability evaluation. In addition, a self-designed questionnaire was distributed to assess learning experience and satisfaction. Statistical analysis was performed using SPSS 22.0. Measurement data were expressed as mean ± standard deviation and between-group comparisons were conducted using independent samples t-tests. Categorical data were expressed as number and percentage and between-group comparisons were performed using the chi-square test. **Results** Compared with the control group, the experimental group showed improvements in experimental operation/skills assessment score, comprehensive ability evaluation score, and total course score (27.85 ± 1.87 vs. 23.41 ± 1.73, 36.11 ± 2.27 vs. 31.09 ± 2.06, 92.42 ± 3.51 vs. 83.22 ± 3.39; P<0.01). Questionnaire results showed that the proportion of students who were satisfied with the course was higher in the experimental group than in the control group [97.73% (43/44) vs. 86.36% (38/44), P=0.049]. **Conclusions** Compared with the traditional teaching model, the AI + virtual simulation teaching model effectively addressed some limitations of teaching conditions in the Functional Experiments course, significantly improved student experimental operation/skills, comprehensive competencies, and learning satisfaction. This model provides a practical pathway for advancing the digitalization and intelligent transformation of medical experimental education.

【**Key words**】 Functional experiment; Experimental teaching; Artificial intelligence; Virtual simulation experiment; Teaching model

Fund program: 2024 Key Project of Heilongjiang Provincial Educational Planning for Higher Education (GJB1424148); 2024 Key Research Project (BSKEJ24003) and General Research Project (BSKEJ24009) on Medical Education of the Chinese Society of Pathophysiology; 2024 Heilongjiang Province College Student Innovation Training Program Project (S202410226012); Harbin Medical University Special Project (XA202519)

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20250513-02268

机能实验学是一门重要的实践课程，是连接基础医学与临床医学的桥梁课程，在培养学生理解生命活动规律、掌握实验操作技能及形成科研思维方面发挥着重要作用[1]。近年来，医学教育数字化转型加速推进，虚拟仿真与AI等技术不断深入实验教学场景，为突破传统实验教学的资源瓶颈、提升学习效率提供了新的途径[2-3]。在此背景下，探讨“AI+虚拟仿真”模式在机能实验学课程中的教学赋能效果，具有明确的现实意义和推广价值。传统机能实验学教学仍受多重因素制约，实验教学资源利用率普遍较低[4]。既往研究表明，虚拟仿真实验在提高实验可及性、降低教学成本及支持反复训练等方面具有显著优势[5]。同时，AI技术在辅助学生自主学习、提升学习效率方面更具专长，二者深度融合有望共同提高教学的效率和质量[6]。但在具体教学实践中，上述技术优势尚未充分转化为机能实验学课程的系统性改进。一方面，目前多数虚拟仿真系统仍以流程演示和静态操作为主，缺乏智能交互、实时纠错和个性化反馈功能[7-8]。另一方面，传统教学普遍采用统一进度和标准化实施方式，难以兼顾学生在知识基础、操作技能和学习节奏上的差异，教师获取学情仍主要依赖经验判断，精准教学和因材施教的实施受到限制[9-10]。

基于上述背景，本研究构建了“AI +虚拟仿真”教学模式，以康复治疗学专业本科生为研究对象，引入基于大语言模型的对话式人工智能工具（如DeepSeek、ChatGPT）作为虚拟仿真实验教学的智能辅学模块。应用AI工具主要用于在实验前为学生

提供知识引导与预习支持、在实验过程中进行即时答疑与操作提示、辅助分析实验结果，以及在实验报告撰写时给予结构化指导与反思性学习支持。该模式进一步与虚拟仿真实验相结合，通过对照研究比较其与传统教学的差异，分析其教学价值与应用前景，为机能实验学教学的数字化、智能化改革提供可验证的实践依据，为同类医学实验课程的教学模式优化、评价体系构建及推广应用提供参考。

1　AI赋能虚拟仿真技术在Ⅱ型糖尿病基础与临床整合性虚拟仿真实验教学中的实践应用

基于虚拟标准病人的基础与临床整合性虚拟仿真实验可以帮助学生提升对疾病的理解和认识，初步掌握相关的临床知识与技能，同时塑造团队协作与沟通能力，为胜任未来的临床工作做好准备。教学中通过2种手段的综合应用可以清晰展示虚拟仿真与AI技术在机能实验教学中的应用价值与实践成效，通过构建虚拟标准病人（virtual standardized patient，VSP）场景，为学生提供跨学科的一体化学习体验。

1.1　研究对象

本研究方案已通过哈尔滨医科大学大庆校区伦理委员会审查批准。所有参与学生在充分了解研究目的与内容后，自愿参与本研究。研究过程中，对他们的个人信息进行匿名化处理，所有数据仅用于教学研究与课程改进。本研究以2024年秋季学期选修机能实验学课程的88名2023级康复治疗学专业学生为研究对象。根据随机数字表法，将学生分为对照组（n=44）与试验组（n=44）。为确保结果具有可比性，2组学生在年龄、性别及前期专业基础等一般资料方面差异无统计学意义（P>0.05），且均由同一教师授课，使用相同的教材，实验项目设置也相同。考核由同一教师统一命题、监考和评分，采用相同的评分标准与细则；实验操作考核与综合项目评估在同一时间段内进行，评分时未标注学生组别信息，保证了组间的均衡可比性。

1.2　研究方法

1.2.1　教学目标

掌握机能学常用实验的基本原理与关键技术环节；熟练掌握基础实验操作技能，形成规范操作习惯；初步具备分析实验结果和发现问题的能力，激发科研兴趣与探究意识。

1.2.2　教学方法与模式

对照组仅采用传统+虚拟仿真实验教学模式：由教师进行理论讲授和实验原理说明，结合实验室现场演示与学生分组操作，整体以线下教学为主。试验组在上述基础上引入“AI+虚拟仿真”教学模式：课前通过学习通平台推送预习资料和虚拟仿真实验操作视频，鼓励学生利用AI工具（如DeepSeek、ChatGPT等）查阅文献和梳理知识结构；课中将虚拟仿真实验与线下实验相结合，如图1和图2所示，学生可在虚拟平台上先完成关键步骤演练后再进行现场操作，充分利用虚拟仿真平台与线下机能实验教学紧密相关的关键情境化环节，为学生在后续临床学习中理解和应用相关生理机制奠定基础；课后通过AI+虚拟仿真实验平台进行操作巩固和错题反馈。2组均由同一教师授课，使用相同教材和实验项目设置。

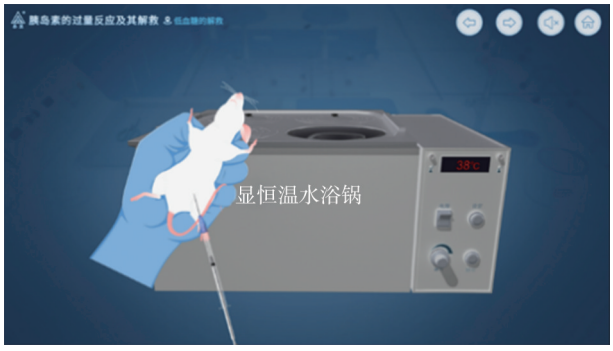


图1　高胰岛素解救仿真实验



图2　基于虚拟标准化病人的基础与临床整合性虚拟仿真实验

1.2.3　考核方式

采用过程性考核，2组考核标准保持一致。学生成绩由实验操作/技能考核（30%）、过程性考核（30%）和综合能力项目评估（40%）3部分构成，其评分标准如下。①实验操作/技能考核（占比30%）：试

验组与对照组均在同一虚拟仿真平台完成规定操作，采用统一的评分标准与评分流程；对照组不使用 AI 辅助工具，试验组可使用 AI 工具辅助学习。学生在统一虚拟仿真平台上完成操作后，系统将根据既定标准，对其操作的规范性、结果的准确性及报告的完整性自动生成客观评分。②过程性考核（占比 30%）：包括课堂参与和作业。评分标准依据线下课堂、提问、小组讨论的参与积极性及 3 次课后作业或阅读报告的总成绩来确定。③综合能力项目评估（占比 40%）：在学期中后段，布置一个相同的、开放性的综合项目。评分标准：对照组允许使用传统资源（教材、PPT、图书馆资料、互联网搜索）完成项目。试验组鼓励使用 AI 工具（DeepSeek/ChatGPT 等）和虚拟仿真软件作为辅助工具来完成项目，并通过虚拟仿真软件统一评分。④学习体验与满意度问卷调查：在课程结束时，采用匿名问卷对 2 组学生的主观感受进行采集，此数据仅用于教学分析，不纳入成绩评定。

1.3　统计学方法

应用 SPSS 22.0 统计学软件进行数据处理。计量资料以均数 ± 标准差表示，采用 t 检验；计数资料用例数或者百分比表示，组间比较采用卡方检验。检验水准 α=0.05。

2　结果

2.1　学生考核成绩比较

学期结束后，对 2 组学生的实验操作/技能考核成绩、过程性考核成绩、综合能力项目评估成绩及课程总成绩进行比较。结果显示，试验组学生在实验操作/技能考核成绩、综合能力项目评估成绩及课程总成绩方面均高于对照组，组间差异具有统计学意义（P<0.05）。其中，试验组在实验操作及综合能力表现方面的得分优势较为明显，提示“AI+虚拟仿真”教学模式在促进学生实践能力和综合应用能力提升方面具有较为稳定的效果。2 组学生的过程性考核成绩差异无统计学意义（P>0.05）（表 1）。

2.2　学生对课程的满意程度调查问卷结果

为进一步从学生主观体验的角度评价教学效果，在课程结束后对 2 组学生开展了问卷调查。结果显示，试验组学生在课程总体满意度方面高于对照组。试验组中，对课程表示满意的学生有 43 人（占比 97.73%），对照组有 38 人（占比 86.36%），2 组差异具有统计学意义（χ^2=3.88，P=0.049）。在学习效果相关条目中，试验组学生对教学模式促进实验操作能力提升的认可度高于对照组。对照组中有 35 名学生认为课程有助于提升实验操作能力，占比 79.55%；试验组中有 42 名学生持肯定态度，占比 95.45%，2 组差异具有统计学意义（χ^2=5.09，P=0.024）。在理论学习兴趣方面，对照组有 33 名学生认为课程有助于提高其理论学习兴趣，占比 75.00%；试验组中该比例为 90.91%（40/44），明显高于对照组，差异具有统计学意义（χ^2=3.94，P=0.047）。在科研思维培养方面，对照组有 31 名学生认为课程对科研思维形成具有促进作用，占比 70.45%；试验组中有 39 名学生认为课程对科研思维有帮助，占比 88.64%，试验组比例高于对照组，差异具有统计学意义（χ^2=4.47，P=0.035），相关结果详见表 2。

表 1　2 组学生考核成绩比较（n=44，分，$\bar{x} \pm s$）

项目	试验组	对照组	t 值	P 值
实验操作/技能考核成绩	27.85 ± 1.87	23.41 ± 1.73	11.80	<0.01
过程性考核成绩	28.46 ± 2.32	28.72 ± 2.01	0.28	0.784
综合能力项目评估成绩	36.11 ± 2.27	31.09 ± 2.06	11.00	<0.01
总成绩	92.42 ± 3.51	83.22 ± 3.39	12.80	<0.01

表 2　学生对课程的满意程度调查问卷结果[n=44，例（%）]

评价条目	试验组	对照组	χ^2 值	P 值
对实验是否满意	43（97.73）	38（86.36）	3.88	0.049
是否能够提升实验操作能力	42（95.45）	35（79.55）	5.09	0.024
是否能够提高理论学习兴趣	40（90.91）	33（75.00）	3.94	0.047
是否对科研思维有帮助	39（88.64）	31（70.45）	4.47	0.035

2.3　破解实验教学与临床实践衔接的难题

虚拟仿真技术为机能实验教学提供了可情境化、可重复且低风险的训练环境，能够在不增加实验动物消耗、减轻伦理压力的前提下，将典型临床相关情境嵌入实验任务，提升学生对“机制—现象—临床意义”的整体理解。同时，AI模块可在学生完成情境任务后提供即时反馈，并推送相应的复习资源与典型案例，从而形成“情境训练—即时反馈—针对性巩固”的闭环学习模式。

3　讨论

3.1　“AI+虚拟仿真”教学模式对机能实验学教学效果的整体影响

本研究结果显示，与传统教学模式相比，“AI+虚拟仿真”教学模式在实验操作/技能考核、综合能力项目评估及课程总成绩方面均表现出显著优势，提示该模式在提升学生实践能力和综合应用能力方面具有积极作用。这一结果与既往关于虚拟仿真在医学实验教学中可提升操作熟练度和学习体验的研究结论基本一致[11-12]。本研究进一步通过引入对话式人工智能工具，使虚拟仿真教学由“静态演示”转向“交互式辅学”，在一定程度上增强了学生的学习主动性和训练深度。需要指出的是，2组学生在过程性考核成绩方面差异无统计学意义，这可能与过程性考核指标的构成和评价敏感性有关，相比之下，实验操作考核和综合能力项目评估更能直接反映学生在实践技能和高阶能力层面的变化，因此更敏感地体现了“AI+虚拟仿真”教学模式的优势。从结果分布特征来看，“AI+虚拟仿真”教学模式对实践导向能力的促进作用强于对学习态度类指标的影响。试验组在实验操作能力、科研思维培养等条目上的肯定率明显高于对照组，而在过程性行为评价中的差异相对有限。结果提示，该教学模式更适合用于强化实验技能规范性、提升综合分析能力，而对短期内学习态度和行为习惯的改变作用相对有限。同时，也应注意到研究结果中未出现所有指标均显著改善的情况，这在一定程度上反映了教学改革效果的客观性。一方面，AI与虚拟仿真技术可以通过反复训练和智能反馈提升技能表现；另一方面，学生学习动机、学习习惯等因素具有较强的个体稳定性，可能需要更长时间的干预才能显现显著差异。因此，本研究结果既显示了“AI+虚拟仿真”教学模式的优势，也提示其作用边界。

3.2　“AI+虚拟仿真”教学模式解决依赖教师主导、学生被动学习的问题

本研究通过“AI+虚拟仿真”教学模式，引入高度仿真的虚拟实验环境与智能化辅助教学，在一定程度上缓解了课程受实验条件限制等问题。试验组学生可根据自身学习进度与需求，自主进入虚拟仿真实验平台选择相应实验内容进行学习和训练。虚拟实验系统对实验流程、关键操作节点和实验结果变化进行可视化呈现，使学生能够在沉浸式环境中反复练习标准化操作流程，从而加深对实验原理和技术要点的理解。同时，平台整合的AI模块可对学生的操作行为和考核表现进行记录与分析，识别其在实验步骤、参数设置或操作规范性方面存在的薄弱环节，并据此提供针对性的学习提示和强化训练建议，实现学习过程的动态反馈与个性化支持。该教学模式有助于将学生由被动接受教学转变为主动参与和自主探索，在保证教学规范性的同时，提高学生的参与度和操作熟练度。

3.3　康复治疗学专业样本的代表性与结果外推性分析

本研究以康复治疗学专业本科生为研究对象，该专业学生在课程结构和职业导向上具有一定特异性，其学习需求更强调实践能力和临床相关性。因此，本研究结果在一定程度上反映了“AI+虚拟仿真”教学模式在实践导向型专业中的应用潜力，但尚不能直接代表所有医学专业中机能实验教学的对象群体。不同专业学生在理论基础、学习目标和课程侧重点方面存在差异，教学模式的适配性可能不同。未来研究可在不同专业背景、不同院校层级及不同课程设置中开展多中心验证，以进一步评估该模式的普适性与推广价值。

3.4　人工智能情境下教师角色的转变与不可替代性

在“AI+虚拟仿真”教学模式下，AI并未削弱教师的教学作用，而是对教师角色提出了新的要求[13]。教师不再仅仅承担实验流程讲解和操作示范的职责，而是需要更多地参与教学设计、学习任务构建及学习过程引导。在本研究中，AI工具主要承担知识提示、即时答疑和学习支持等功能，而教学目标

的设定、学习评价标准的制定及学习效果的判断仍依赖教师的专业判断。此外，机能学实验涉及对复杂生理机制的理解和科研规范的训练，学生在虚拟环境中形成的操作经验和认知结构仍需通过教师的引导进行整合与升华。因此，在人工智能背景下，教师的不可替代性体现在其对价值导向、知识深度和学习质量的整体把控上。“AI +虚拟仿真”更应被视为教师教学能力的拓展工具，而非替代者。

3.5 “AI+虚拟仿真”教学模式的局限性与本研究的不足

尽管“AI+虚拟仿真”教学模式在本研究中取得了较为积极的教学效果，但其应用仍存在一定局限。一方面，本研究中的 AI 工具更多地发挥“认知支持”和“学习引导”的作用，而非对实验操作行为和生理数据进行智能判读，这在一定程度上限制了 AI 在实验教学中的应用深度。另一方面，其本质仍属于通用型语言模型，尚未与机能实验设备或虚拟仿真平台实现深度数据耦合，无法直接参与实验数据的实时采集、信号识别或自动评分。在研究设计层面，本研究是单中心、单专业、样本量有限的短期教学研究，主要关注一个学期内的学习效果，未能对长期学习迁移和后续临床实践能力进行评价。此外，教学效果评价仍以学生成绩和学生主观问卷为主，教师侧评价指标和客观学习行为数据尚未被系统纳入。上述因素均在一定程度上限制了研究结论的外推性，未来研究可在多维评价体系和纵向跟踪方面进一步完善。

3.6 对虚拟仿真与AI融合应用的思考

“AI+虚拟仿真”模式的引入不仅是技术手段的更新，更是机能实验教学从“以教为中心”向“以学为中心”转变的重要契机。教师需要从单纯强调实验步骤完成，转向关注学生理解机制、分析数据和解决问题的能力培养。通过合理整合虚拟仿真与AI工具，教师可将有限的课堂时间更多用于高阶认知引导和个性化指导，从而提升机能实验教学的整体质量。

利益冲突　所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明　王鹏：撰写论文、统计分析；王芳芳、孙宏丽、曹永刚、甘新宇：统计分析、修改论文；王嵩、张千惠、张倩龙、黄武、宋英莉、曹扬、姜欣雨：方案优化、项目实施；金宏波：项目指导、凝练主要观点

参考文献

[1] 阿斯亚·拜山伯. 机能实验教学改革探讨[J]. 药学教育, 2012, 28(1): 46-48. DOI: 10.16243/j.cnki.32-1352/g4.2012.01.015.

[2] 龙瑶, 李红芳, 胡燕, 等. “互联网+”背景下医学机能实验“金课”的建设[J]. 实验室科学, 2025, 28(3): 79-83, 88. DOI: 10.3969/j.issn.1672-4305.2025.03.015.

[3] 王权, 陈蓬来, 林毓, 等. 基于胜任力的i-FIRST人才培养：数智化[J]. 中国高等医学教育, 2025(1): 16-19. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1701.2025.01.005.

[4] 谢红艳, 彭妙茹, 涂永生, 等. 医学机能实验学教学改革与思考[J]. 中华医学教育探索杂志, 2022, 21(1): 23-27. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20200603-00723.

[5] 赵玉, 赵晋, 马艳庆, 等. 虚拟仿真实验在机能实验学中的应用评价分析[J]. 西北民族大学学报(自然科学版), 2024, 45(1): 88-94. DOI: 10.14084/j.cnki.cn62-1188/n.2024.01.012.

[6] 范定容, 王倩倩, 沈奥, 等. 从ChatGPT到Sora：人工智能在医学教育中的应用潜力与挑战[J]. 中国医学教育技术, 2025, 39(1): 33-40. DOI: 10.13566/j.cnki.cmet.cn61-1317/g4.202501007.

[7] 岳一婷, 张涌静, 李红梅, 等. 数字化叙事联合虚拟仿真技术在助产学教学中的应用研究[J]. 护理学杂志, 2025, 40(21): 63-67, 78. DOI: 10.3870/j.issn.1001-4152.2025.21.063.

[8] 温梦. 药学虚拟仿真实验教学中心建设与探索[J]. 基础医学教育, 2022, 24(7): 521-524. DOI: 10.13754/j.issn2095-1450.2022.07.15.

[9] 边慧, 张学梅. 机能学基础实验教学情况调查与思考[J]. 中华医学教育探索杂志, 2014, 13(2): 208-210. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-1485.2014.02.028.

[10] 于海玲, 李秀国, 朴日龙, 等. 医学机能学课程体系改革的初步尝试[J]. 中华医学教育探索杂志, 2011, 10(2): 223-226. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-1485.2011.02.030.

[11] 肖莉, 李健, 魏小于, 等. 基于虚拟仿真实验教学平台的翻转课堂在护理学专业解剖学脉管系统实验教学中的应用[J]. 解剖学杂志, 2025, 48(3): 268-271. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1633.2025.03.017.

[12] 庞梦微, 季平, 宋锦璘, 等. 一流本科教育背景下口腔虚拟仿真实验教学体系建设与应用[J]. 中国医学教育技术, 2022, 36(1): 55-59. DOI: 10.13566/j.cnki.cmet.cn61-1317/g4.202201012.

[13] 刘会超, 杨锋英, 孙晓宁, 等. 深度融合的AI+教学模式研究与实践：以“程序设计基础”为例[J]. 天中学刊, 2025, 40(4): 153-156. DOI: 10.14058/j.cnki.tzxk.2025.04.023.

（收稿日期：2025-05-13）

（本文编辑：邬小梅）