



中国比较医学杂志
Chinese Journal of Comparative Medicine
ISSN 1671-7856, CN 11-4822/R

《中国比较医学杂志》网络首发论文

题目：以实验动物为核心的“三位一体”基础医学实验教学模式构建
作者：张建一，孙敏英，杜兰平，朴莲花
收稿日期：2025-11-24
网络首发日期：2026-06-30
引用格式：张建一，孙敏英，杜兰平，朴莲花. 以实验动物为核心的“三位一体”基础医学实验教学模式构建[J/OL]. 中国比较医学杂志.
<https://link.cnki.net/urlid/11.4822.R.20260629.1825.002>



网络首发：在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认：纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

以实验动物为核心的“三位一体”基础医学实验教学模式构建

张建一, 孙敏英, 杜兰平, 朴莲花✉

(吉林大学基础医学院, 长春 130021)

*通信作者 朴莲花(1978—), 女, 博士, 副教授, 硕士生导师, 研究方向: 医学机能学实验教学与研究。E-mail: piaolh@jlu.edu.cn

摘要 传统基础医学实验教学难以满足新时代对医学生实践能力与创新素养的培养需求。本研究以生理学实验为例, 构建了“教学内容改革-评价体系创新-思政元素融入”三位一体的实验教学模式, 旨在系统性培养具备规范操作能力、伦理意识与跨物种比较分析能力的临床医学后备人才。通过系统修订教学大纲, 设计了“经典动物实验-人体机能实验-自主设计实验”三段进阶教学内容, 并利用“一器一码”技术保障动物福利与操作规范, 将以 3R 原则为核心的伦理教育及临床医学思维培养贯穿始终。该模式实现了“基础-临床-科研”能力的有机融合, 建立了多维形成性评价体系。实践表明, 该模式有效提升了学生的综合实践能力与创新素养, 为医学教育体系建设与后备人才培养提供了可借鉴的路径。

关键词 实验动物; 医学人才培养; 实验教学; 教学改革; 3R 原则; 教学模式

中图分类号 R-33; Q95-33; G642 **文献标志码** A

Construction of a “Trinity” basic medical experimental teaching model centered on laboratory animals

ZHANG Jianyi, SUN Minying, DU Lanping, PIAO Lianhua✉

(Basic Medical College, Jilin University, Changchun 130021, China)

Abstract Traditional basic medical experimental teaching struggles to meet the demands of cultivating medical students' practical abilities and innovative literacy. Using physiology experiments as an example, this study established a "trinity" experimental teaching model integrating teaching content reform, evaluation system innovation, and ideological and political elements. The model aims to systematically train clinical medical reserves with standardized operational skills, ethical awareness, and cross-species comparative analysis capabilities. By systematically revising the teaching syllabus, three-stage progressive teaching content was designed involving classical animal, functional human, and independent design experiments. The "one instrument, one code" technology was employed to ensure animal welfare and operational standards, while ethical education centered on the 3R principles and clinical medical thinking were integrated. This model achieves an organic fusion of basic clinical research capabilities and establishes a multidimensional formative evaluation system. Practice has shown that this model effectively enhances students' comprehensive practical abilities and innovative literacy, providing a pathway for the construction of medical education systems and the cultivation of future medical talents.

Key words laboratory animals; medical talent cultivation; experimental teaching; teaching reform; 3R principles; teaching model

实验教学是医学教育的核心环节, 直接关系到学生实践能力、科学思维与创新精神的培养。其中, 动物实验作为衔接基础理论与临床实践的关键桥梁, 其教学效果不仅关乎医学生的科研素养与伦理观念的塑造, 更深刻影响其日后开展临床与科研工作时能否养成严谨的思维模式^[1,2]。

收稿日期: 2025-11-24

基金项目: 吉林大学本科“数智课程计划”项目《生理学》(24SZ109); 吉林大学研究生教育教学改革研究(人工智能赋能专项)(2025RGZNY023); 吉林大学实验技术项目(SYXM2025b019)。

作者简介: 张建一(1989—), 女, 硕士, 工程师, 研究方向: 医学机能学实验教学与研究。E-mail: zhangjianyi@jlu.edu.cn

网络首发时间: 2026-06-30 09:25:43 网络首发地址: <https://link.cnki.net/urlid/11.4822.R.20260629.1825.002>

面对 2019 年教育部落地实施、以“两性一度”（高阶性、创新性、挑战度）为核心的金课建设标准，以及国家医学教育认证中对科研能力与人文素养的新要求，深化教学改革、提升育人质量已成为当务之急。在当前的教学实践中，动物实验教学的改革多集中于教学内容更新或评价方法引入，未能将规范操作、伦理教育、医学思维与科研创新能力等核心要素进行系统性整合与一体化设计^[3]。因此，本研究力求突破这一局限，致力于构建整合型教学新范式。

基于此，吉林大学基础医学院生理学系构建并验证了“教学内容改革-评价体系创新-思政元素融入”三位一体的协同实验教学模式。该模式立足于医学人才培养的素质要求，着重夯实以规范操作、伦理审查与思维培养为核心的实验动物学教学基础，旨在系统性培养具备扎实操作技能、临床关联能力与科研创新潜能的医学人才。通过量化数据与质性反馈相结合的方式，系统评估其实施效果，以期完善医学教育体系、培养卓越人才，提供可借鉴的范式与实践依据。

1 传统实验教学体系的现状与反思

1.1 教学内容单一：与临床及科研前沿脱节，制约创新能力发展

传统实验教学长期局限于验证经典理论的动物实验，内容固化封闭，学生仅能“照方抓药”，缺乏对科学探索的真实体验^[4]。同时，教学内容与临床应用严重脱节，学生虽掌握操作技能，却难以理解其与临床诊疗的关联，导致基础与临床知识割裂。这种“唯验证性”的教学模式使学生止步于证实已知结论，限制了其提出假设、探索未知的创新思维，无法适应新时代医学人才培养要求。

1.2 评价体系滞后：重结果轻过程，无法实现评价的育人功能

传统评价体系过度依赖终结性实验报告，存在明显弊端。一方面，评价维度单一，书面报告无法真实反映学生的操作规范、逻辑思维及解决问题的能力，易导致“高分低能”。另一方面，评价反馈滞后，学生难以及时改进，反而催生“重结果轻过程”的倾向，甚至引发数据造假等学术不端行为，背离实验教学的培养初衷。

1.3 教学效果局限：学生高阶能力与综合素养培养力度不足

教学内容与评价体系的弊端，共同导致了教学效果的局限。在“为报告而做实验”的导向下，学生仅关注数据结果，忽视实验过程中的观察、思考和知识建构，致使动手能力薄弱，难以应对实验中的突发问题；科学思维和批判性思维欠缺，不善于反思设计与分析误差。尤为关键的是，学生普遍缺乏将动物实验结果与人类生理病理进行关联对比的意识和能力，即“跨物种比较分析能力”严重不足，而这正是临床医学研究的核心。同时，团队协作流于形式，缺乏深度配合，不利于未来职业所需的沟通与协作能力的养成。

2 “三位一体”实验教学模式的构建与实践

为摆脱传统实验教学困境，本研究构建了“三位一体”实验教学模式。该模式以“基础-临床-科研”能力融合为主线，全面贯彻“学生为中心”的理念，并以“两性一度”金课标准为根本导向，通过重构教学内容、创新评价机制、融入思政元素，打造以学生发展为中心的教学新范式。

2.1 根据专业，精准修订教学大纲

本研究打破传统“一刀切”的教学大纲，针对临床医学、护理学等不同专业和学制的培养目标，差异化修订教学大纲^[5]。例如，临床医学专业强化实验设计及与临床病理联系的深度，侧重于复杂动物模型的手术设计与构建；护理学专业则更侧重人体机能监测与患者评估的实践技能，注重引导学生将动物实验中习得的生命体征监测技能与树立的伦理关怀意识迁移应用至临床护理场景。以此设定各有侧重的教学目标、内容与考核方式，可确保教学与医学生未来职业需求紧密相连。

2.2 构建以“一器一码”为关键技术支撑的“三级能力阶梯”式教学内容体系

本研究构建了“经典动物实验-人体机能实验-自主设计实验”为主线的三段式递进教学内容体系（亦称“三级能力阶梯”）。该体系以“一器一码”系统（每台仪器配备唯一二维码，链接标准化操作视

频)为核心技术工具,贯穿全流程教学^[6,7],旨在系统提升医学生的实践技能、临床思维与科研创新能力。

第一层级:经典动物实验—夯实基础技能,内化伦理规范。此阶段聚焦于基础技能标准化与伦理意识内化。通过“一器一码”系统,学生可随时调取标准操作视频,学习蛙、家兔等实验动物的规范抓持、精准麻醉、无菌手术及仪器使用。这不仅能够提升操作的规范性和熟练度,还能通过标准化操作最大限度地控制实验变量,从教学源头保障动物模型的规范性与实验数据的可靠性、可重复性。同时,该方式通过减少动物应激与痛苦,践行以“优化”与“减少”为核心的 3R 原则。在教学讨论中,引导学生思考规范操作、动物模型有效性与实验数据向人体外推三者间的逻辑关联,并介绍类器官、器官芯片等替代方法的发展趋势,使其理解“替代”原则的科学前沿与实践方向。

第二层级:人体机能实验—培养跨物种比较分析能力。此层级作为连接基础与临床的桥梁,核心目标是初步培养学生的跨物种比较分析能力^[8,9]。课程引入血压、心电图等无创人体检测实验,并采用临床案例导向教学。学生将第一层级养成的规范操作、准确记录数据的习惯,以及对生理机制的深入理解,迁移至人体检测实验。“一器一码”的支撑在此深化,帮助学生在角色扮演、情景模拟等环节快速回顾临床设备标准化操作,进而将更多认知资源集中于系统性对比分析。例如,在血压调节实验中,教师会引导学生深入剖析家兔与人体血压调节机制的异同,探讨物种差异对药物研究由动物外推至临床的启示,为学生日后开展临床医学研究奠定关键的思维基础^[10]。

第三层级:自主设计实验—激发科研创新潜能。此阶段是实验教学的输出与升华环节,引导学生基于兴趣或临床问题,自主完成从选题到报告的完整科研流程。前两个层级所培养的技能、伦理与比较思维在此得到全面应用。学生不仅熟练运用基础科研方法,更将内化的伦理考量与比较医学视角自觉融入实验方案设计。在论证所选动物模型与人类疾病关联性的过程中,学生需同步阐述该模型的优势与潜在局限,并初步探讨其与新兴替代方法的互补关系。

2.3 建设教学资源信息库

为支撑新教学模式的高效运行,生理学系大力推进教学资源的信息建设。录制标准化教学操作视频、编写丰富的临床与思政案例库、建设在线习题与测试库,打造支持线上线下混合式教学的资源平台^[11-13]。这不仅方便学生的课前预习与课后复习,更为教师实施全过程、数据化的形成性评价提供了有力工具。

2.4 构建多元化形成性评价体系

为全面评估学生学习过程与能力发展,按照教学环节设置不同权重的考核模块^[14,15]。课前预习测验确保学生前置知识储备。课堂实验环节要求学生操作规范、实验记录完整、团队协作有序。同时,将动物操作规范程度、麻醉与镇痛方案合理性、实验动物术后处置伦理合规性作为关键观测指标。课后通过实验报告评估学生的数据分析与批判性思维能力。期末采用多站式技能实践考核学生综合技能水平。同时,打破教师作为单一评价者的传统,建立教师评价、学生自评与小组互评相结合的多元评价主体结构^[16],引导学生从被动接受评价转变为积极参与评价,从而提升学生的自主学习与自我评估能力,形成常态化自我反思习惯,掌握科学的自我调整策略。这一评价体系实现了从注重结果到关注过程的转变,为教学质量持续改进提供了有力保障。

2.5 课程中有机融入思政教育

教师将思政教育作为体系的“灵魂”有机融入教学全过程。在动物实验中,严格规范操作并向学生渗透生命伦理与敬畏生命教育;在数据记录和报告撰写环节,着重培养学生的学术诚信与科学精神;在团队协作中,潜移默化地塑造医学生的职业责任感与协作素养。重点引导学生认识到“敬畏生命”的人文情怀与“严谨求实”的科学态度并非相互割裂,而是相辅相成、统一于负责任的科研行为。学生未来从事临床医学研究时,尊重与善待实验动物是研究具备伦理合法性的基石;严谨诚信的科学操守是确保研究数据可靠、结论可信、成果转化为医学临床理论的关键。二者共同支撑医学研究健康、可持续发展。这一系列举措实现立德树人根本任务与专业教育的深度统一,为学生奠定了敬畏生命、求真务实、善于合作的综合素养根基^[17-19]。

3 实施效果与数据分析

为客观评估“三位一体”教学模式的有效性,本研究通过量化考核、问卷调查与质性访谈相结合的方式,对其应用效果进行系统分析。采用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析,计量资料以平均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用独立样本 t 检验和卡方检验。

3.1 考核成绩对比分析

本研究采用历史对照设计。选取 2023-2024 学年实施该模式的临床医学专业本科生 180 名作为试验组,并以 2022-2023 学年采用传统教学模式的同专业学生 165 名作为对照组。两组学生均来自同一院校同一专业,入学时高考成绩差异无统计学意义($P>0.05$),且均已完成相同的前期基础课程(如《生理学》《生物化学》等),前期课程平均成绩亦无明显差异($P>0.05$),具有较好的基线可比性。分组依据为教学年度自然班,未进行随机分组,这是由于教学改革在实际推行中通常按学年整体实施,难以在同一学期内设置随机对照。为保证对照的有效性,选择上一学年由相同教师团队授课的班级作为对照,以控制教学主体与资源等混杂因素。尽管非随机设计存在一定局限,但通过基线学业表现的对比,仍能在相当程度上支持两组学生在干预前的相似性,从而增强研究结果的可解释性。

结果显示,试验组期末考试成绩(86.42 ± 5.13 分)、实验报告优秀率(48.9%)及技能考核通过率(95.0%)均显著高于对照组(78.35 ± 6.24 分、26.7%、70.3%),差异均有统计学意义($P<0.05$)。这表明该模式在促进学生知识内化与技能掌握方面成效显著。为更全面反映教学模式对全体学生的影响,本研究进一步对期末考试成绩的分布进行了分析。根据学校常规等级划分标准,将成绩划分为 4 个等级:优秀(≥ 90 分)、良好(80~89分)、中等(70~79分)、及格(60~69分)。结果显示,试验组学生的成绩分布结构显著优于对照组($P<0.05$)。具体而言,试验组获得优秀等级的学生比例达 32.2%,显著高于对照组的 15.8%;良好等级的比例分别为 50.0%与 45.5%;而中等及以下等级的比例,试验组(17.8%)则显著低于对照组(38.7%)。这一分布差异表明,“三位一体”教学模式提升了学生的整体平均成绩,有效减少了低分段学生比例,证实该教学模式对全体学生(尤其是中低分段学生)的学习成效具有广泛的积极影响。

3.2 教学效果问卷调查

为评估教学模式的综合效果,研究采用自编的《生理学实验教学效果调查问卷》。问卷设计基于相关教学理论及已有研究,并咨询医学教育领域专家的意见。问卷共包含 5 个维度:①学习主动性与兴趣;②学习效率与效果;③临床关联与思维能力;④团队协作与沟通能力;⑤伦理意识与科学态度。每个维度下设若干题项,采用 Likert 5 点计分(1=非常不同意,5=非常同意)。在正式调查前,对 30 名学生进行预测试,问卷总体 Cronbach's α 系数为 0.89,各维度 α 系数为 0.78~0.86,表明问卷具有良好的内部一致性信度。

试验组共发放问卷 180 份,回收有效问卷 175 份(回收率 97.2%),对照组留存有效问卷 165 份。结果显示,试验组学生在学习主动性、学习效率、学习效果、临床思维和团队协作能力等方面的自评得分均显著高于对照组($P<0.05$)。问卷调查数据从学生主观体验的角度,印证了该模式在提升综合素养方面的积极效果。

3.3 师生质性访谈反馈

为深入探究教学成效的具体成因,本研究对 50 名试验组学生及全部任课教师进行了半结构化访谈。访谈内容全程录音并转录为文本资料。采用主题分析法对访谈文本进行质性分析。具体步骤如下:首先将转录文本反复阅读以熟悉内容;随后进行开放式编码,提取有意义语句;接着将编码归类,形成初步主题;最后对主题进行审查、定义与命名。整个过程由两名研究者独立完成,并通过讨论达成一致,以提高分析信度。质性分析结果显示,师生对新教学模式普遍持积极认可态度,同时也提出了一些有价值的反思。

学生普遍认可“三级能力阶梯”,认为该体系有效厘清了学习路径,帮助其清晰把握各阶段的能力培养目标;形成性评价体系促使学生高度重视各项实验细节和操作流程,推动自身学习过程的持续优

化；思政案例的融入打破了课程单纯的技能传授局限，有效引导学生深度思考生命伦理和职业责任。绝大多数学生认为，新模式激发了自身的学习兴趣与主动性。另外，约 15% 的学生指出，形成性评价在助力个人能力提升的同时，也意味着更大的课业负担和挑战，要求学生在整个教学过程中保持高度专注。

任课教师反馈，新模式实施后，最直观的变化是课堂参与度的显著提升。学生提问不再局限于操作步骤，而是主动深究设计原理和临床关联，并且小组协作的效率和质量明显提升，团队内部讨论更具思辨性和批判性思维。整个教学活动构建了更高效、更深层次的良性循环。

3.4 跨物种比较分析能力的行为证据分析

跨物种比较分析能力主要体现在第二层级“人体机能实验”的教学环节及实验报告中。分析发现，试验组学生在相关实验报告中的论述深度显著提升。例如，在血压调节实验报告中，超过 80% 的试验组学生能够主动对比家兔与人体在压力反射通路、神经调节主导性方面的异同，并有超过 60% 的学生能进一步论述种属差异对血管活性药物研发从动物实验外推至临床的启示。而在对照组的存档报告中，此类对比性论述的出现比例低于 30%，且多局限于现象描述。此外，在课堂案例讨论的观察记录中，试验组学生提出“能否用本实验的动物模型来模拟人类原发性高血压？”等关联性问题的频次是对照组的 2.5 倍。这些文本与课堂行为证据共同表明，新模式有效促进了学生主动建立“动物-人体”关联的比较思维习惯。

3.5 科研创新潜能的作品成果分析

科研创新能力主要体现在第三层级“自主设计实验”的成果中。本研究分析了试验组学生提交的 45 份自主设计实验方案，结果表明，第一，方案的完整性与科学性普遍较高，100% 的方案均包含明确的科学问题、规范的实验流程设计及预期的统计学分析方法。第二，伦理与替代思维内化，有 91.1%（41 份）的方案专门设置了“实验动物福利与伦理考量”段落，其中 73.3%（33 份）的方案能主动讨论所选动物模型的局限性，并提及类器官、计算机模拟等 3R 原则中的替代方向。第三，创新性与临床关联性突出。例如，有小组设计“探究某种中药单体对糖尿病肾病小鼠模型足细胞保护作用及机制”的方案，体现了从临床问题出发、整合基础科研方法的初步能力。这些完整的方案作品是学生综合运用知识、践行科研伦理、展现创新思维的直接成果，远超传统模式下以验证为主的实验报告水平。

综上所述，本研究通过量化考核、问卷调查、质性访谈以及对行为与作品证据的系统分析，从多个维度综合评估了“三位一体”教学模式的效果。量化数据（考核成绩、问卷得分）表明该模式显著提升了学生的知识掌握水平与综合素养；质性反馈揭示了该模式在激发学习主动性、促进深度思考与课堂互动方面的积极作用；而直接的能力证据（实验报告中的比较分析、课堂提问行为、自主设计方案的完整性与创新性）则从行为与成果层面客观证实了该模式在培养学生“跨物种比较分析能力”与“科研创新潜能”等高阶目标上的有效性。上述多来源、多类型的证据相互印证、彼此支撑，共同表明“三位一体”教学模式在提升学生学业成绩、实践能力与综合素养方面取得了切实且多维的成效。

4 讨论

本研究构建并实践的“三位一体”教学模式，在提升学生考核成绩、主观学习体验及综合素养方面展现了明确效果。其有效性并非源于单一因素的改变，而是教学内容重构、评价体系革新与技术工具赋能三者协同作用的结果。结合本研究数据，现就其核心机制展开深入探讨。

4.1 “一器一码”技术：实现操作规范化与学习自主性的重要支撑

“一器一码”不仅是便捷的信息工具，更是重构学习流程的关键。本研究数据显示，试验组技能考核通过率达 95.0%，且质性访谈中学生普遍反馈“不得不关注每一个实验细节”。这背后是“一器一码”提供的即时、标准化、可重复的隐性指导，其通过将抽象的操作规程转化为具象的视频演示，大幅降低了学生自主预习与复习的认知门槛，实现了“将标准前置到操作现场”。这直接解释了试验组实验报告优秀率（48.9%vs.26.7%）和操作规范性观察记录均显著优于对照组的原因。该技术将学生从机械记忆操作步骤中解放出来，将更多精力分配到原理理解、现象观察和突发状况处置。访谈中学生开始

追问实验设计原理的反馈,亦可佐证这一结论。因此,“一器一码”通过提供按需获取的脚手架支持,在保障操作规范这一“底线”的同时,有效激发了学生自主探索与深度思考的“上限”。

4.2 “三级能力阶梯”与形成性评价:驱动能力进阶的系统设计

教学效果的深层提升,得益于“经典-人体-自主”三段进阶内容与多元化形成性评价的闭环设计。成绩数据(试验组平均分提升约8分)和问卷数据(各维度自评显著提升)印证了其整体有效性。而行为与作品证据则揭示了其内在逻辑:经典动物实验阶段通过“一器一码”与严格的形成性评价(如操作规范性作为关键观测指标),帮助学生强化规范与伦理,筑牢能力基础。在人体机能实验阶段,前期内化的操作规范逐渐形成自动化的实操技能,使学生能专注于跨物种比较等高阶思维任务,这也使得试验组超过80%的学生可在报告中完成深入对比分析。最终,在自主设计实验阶段,学生前期积累的技能、思维与伦理意识,在完整的科研流程实践中得以整合与输出,作品数据分析显示,91.1%的实验方案能体现良好的伦理内化效果,73.3%的学生能主动反思实验模型的局限性,直观呈现出科研创新潜能的有效生成。贯穿全程的形成性评价带来了持续改进的学习压力(访谈中15%学生提及学习“负担”),而这种适度压力,恰恰是驱动学生从被动接受转向主动建构的核心动力。

4.3 思政元素与伦理教育的有机融入:实现价值引领与科学素养的统一

本研究将生命伦理、学术诚信等思政元素作为体系的核心要素而非附加内容进行融入。问卷中显示学生“伦理意识与科学态度”维度得分显著提升,同时访谈中有学生反馈课程能够引导自身对于生命伦理和职业责任的思考,印证了该融合的有效性。更重要的是,实验作品分析显示,绝大多数自主设计方案能自觉纳入伦理考量并讨论3R原则,证明伦理已从外在要求内化为学生的科研思维习惯。该思政融合模式的成功,关键在于将其锚定在具体的教学环节中:在动物操作中关联“敬畏生命”,在数据记录中强调“求真务实”,在团队协作中培育“责任担当”。由此实现价值塑造与能力培养同频共振,回应了医学教育中“为谁培养人、培养什么人”的根本性命题。

4.4 研究局限与展望

本研究仍存在局限性。首先,采用历史对照而非随机对照设计,尽管已控制基线学业水平与教师团队,但无法完全排除年度间不可测因素的干扰。其次,对于高阶能力(如创新潜能)的评估虽已引入作品分析,但长期效应仍需通过毕业后的科研产出或临床实践表现进行追踪。未来研究可在更广的专业范围内验证模式的普适性,并探索利用学习分析技术,对“一器一码”后台产生的行为数据进行系统分析,以实现对学生学习路径的个性化诊断与精准教学干预。

张建一,孙敏英,杜兰平,等.以实验动物为核心的“三位一体”基础医学实验教学模式构建[J].中国比较医学杂志,2026,36(15):

Zhang JY, Sun MY, Du LP, et al. Construction of a “Trinity” basic medical experimental teaching model centered on laboratory animals [J]. Chin J Comp Med, 2026, 36(15):

参考文献:

- [1] 杨雯乐, 谢俊秋, 龙瑶, 等. 创新性人才培养的基础医学实验教学改革 [J]. 实验室研究与探索, 2023, 42(10): 228-232.
Yang W L, Xie J Q, Long Y, et al. Reform of basic medical experimental teaching for cultivation of innovative talents [J]. Res Explor Lab, 2023, 42(10): 228-232.
- [2] 苗晋鑫, 曹利华, 苗明三. 医学研究生动物实验课教学改革: 培养学生主动学习和创新思维的能力 [J]. 中国比较医学杂志, 2024, 34(6): 100-105.
Miao J X, Cao L H, Miao M S. Educational reform of animal experiment courses for medical graduate students: cultivating students' active learning and innovative thinking abilities [J]. Chin J Comp Med, 2024, 34(6): 100-105.
- [3] 王蓉, 赵四海, 白亮, 等. 实验动物学教学科研助力新质创新人才培养的探讨 [J]. 中国比较医学杂志, 2025, 35(6): 93-98.
Wang R, Zhao S H, Bai L, et al. Teaching and research of laboratory animal science support the cultivation of new quality and innovative talents [J]. Chin J Comp Med, 2025, 35(6): 93-98.
- [4] 顾鸣敏, 王亚云, 张伟鹏. 基础医学虚拟仿真实验教学中心建设的中国专家共识 [J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(6): 113-117.
Gu M M, Wang Y Y, Zhang W P. Consensus of Chinese experts on the construction of a virtual simulation experimental teaching center for basic medicine [J]. Res Explor Lab, 2024, 43(6): 113-117.
- [5] 葛敬岩, 李杨, 于蕾, 等. 多维度生理学实验教学改革探索与实践 [J]. 国际老年医学杂志, 2025, 46(5): 638-640.

- Ge J Y, Li Y, Yu L, et al. Exploration and practice of multidimensional reform of physiological experiment teaching [J]. Int J Geriatr, 2025, 46(5): 638-640.
- [6] 孙敏英, 张大威, 刘芬, 等. 二维码联合问卷星在机能实验教学中的应用 [J]. 中国高等医学教育, 2024, 38(6): 70-71.
Sun M Y, Zhang D W, Liu F, et al. Application of QR code integrated with questionnaire star in functional experiment teaching [J]. China High Med Educ, 2024, 38(6): 70-71.
- [7] 章敏, 刘雁云, 顾欣, 等. 中医药院校实验动物学的特色创新教育 [J]. 中国比较医学杂志, 2024, 34(5): 100-105.
Zhang M, Liu Y Y, Gu X, et al. Characteristics and innovations in education of laboratory animal science in Traditional Chinese Medicine Colleges and Universities [J]. Chin J Comp Med, 2024, 34(5): 100-105.
- [8] 朱媛媛, 冯蕾. 高分辨质谱技术在本科生实验教学中的应用探索 [J]. 实验室研究与探索, 2025, 44(7): 177-181.
Zhu Y Y, Feng L. Exploration of the application of high-resolution mass spectrometry in undergraduate experimental teaching [J]. Res Explor Lab, 2025, 44(7): 177-181.
- [9] 董妙音, 韩江媛, 杨德龙, 等. 比较教学法在生物分离工程实验教学中的实践 [J]. 生物学杂志, 2025, 42(1): 122-125.
Dong M Y, Han J Y, Yang D L, et al. Practice of comparative teaching method in experiment teaching of biological separation engineering [J]. J Biol, 2025, 42(1): 122-125.
- [10] 赵婧媛, 张靓, 王娇. 中美医学研究生跨学科创新能力培养的比较 [J]. 护理研究, 2025, 39(23): 3984-3990.
Zhao J Y, Zhang L, Wang J. Comparative study on the interdisciplinary innovation capacity cultivation in medical postgraduates between China and the United States [J]. Chin Nurs Res, 2025, 39(23): 3984-3990.
- [11] 康红艳, 周钢, 刘美丽, 等. 面向医工交叉人才培养的基础医学实验教学改革 [J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(7): 183-186, 205.
Kang H Y, Zhou G, Liu M L, et al. Teaching reform of basic medical experiments for medical-engineering cross disciplinary talent cultivation [J]. Res Explor Lab, 2024, 43(7): 183-186, 205.
- [12] 孟寒, 张兆南, 杨子豪, 等. 基于“新三中心”的医学实验动物学教学模式创新 [J]. 中国比较医学杂志, 2023, 33(6): 90-94.
Meng H, Zhang Z N, Yang Z H, et al. Teaching method innovations in medical laboratory animal science under the “new three centers” education concept [J]. Chin J Comp Med, 2023, 33(6): 90-94.
- [13] 吴优, 包雪阳, 沈传来. 基于树立科研理念的医学免疫学实验课程改革 [J]. 中国免疫学杂志, 2021, 37(12): 1513-1516, 1525.
Wu Y, Bao X Y, Shen C L. Scientific research concept-based Medical Immunology experiment curriculum reform [J]. Chin J Immunol, 2021, 37(12): 1513-1516, 1525.
- [14] 许诺, 董明, 胡书海, 等. 以口腔修复学为例探讨形成性评价在口腔医学本科教学中的应用 [J]. 中国高等医学教育, 2024, 38(12): 67-68.
Xu N, Dong M, Hu S H, et al. Taking prosthodontics as an example, this paper discusses the application of formative assessment in undergraduate teaching of stomatology [J]. China High Med Educ, 2024, 38(12): 67-68.
- [15] 钟华, 单连慧, 安新颖. 医学高等院校科技成果多元评价体系研究与应用 [J]. 中国卫生事业管理, 2025, 42(6): 687-691.
Zhong H, Shan L H, An X Y. Research and application of a diversified evaluation system for scientific and technological achievements in medical colleges [J]. Chin Heal Serv Manag, 2025, 42(6): 687-691.
- [16] 田昕, 张萌, 车广华, 等. 形成性评价和能力培养在儿科临床技能模拟教学中的应用 [J]. 中国高等医学教育, 2025, 39(1): 116-118.
Tian X, Zhang M, Che G H, et al. Application of formative assessment and ability training in simulation teaching of pediatric clinical skills [J]. China High Med Educ, 2025, 39(1): 116-118.
- [17] 蒋小滔, 刘艳君, 朱伟, 等. 医学免疫学“六结合”进行课程思政案例设计的实践与探索 [J]. 中国免疫学杂志, 2025, 41(11): 2741-2743.
Jiang X T, Liu Y J, Zhu W, et al. Application of “six combinations” principles for designation of ideological and political cases of Medical Immunology [J]. Chin J Immunol, 2025, 41(11): 2741-2743.
- [18] 王思露, 龚小芳, 唐核心, 等. 基于成果导向教育理念的实践教学与思政教育融合的探索及实践——以《临床麻醉学》课程为例 [J]. 临床麻醉学杂志, 2025, 41(10): 1089-1093.
Wang S L, Gong X F, Tang H X, et al. Exploration and practice of the integration of practical teaching based on outcome-based education concept and ideological and political education: taking the course Clinical Anesthesiology as an example [J]. J Clin Anesthesiol, 2025, 41(10): 1089-1093.
- [19] 胡颖. “知情意信行”视域下红医精神融入医学生思政课的路径研究 [J]. 中国医学伦理学, 2025, 38(7): 897-902.
Hu Y. Research on the path of integrating the red doctor spirit into medical students' ideological and political theory courses from the perspective of “knowledge, emotion, will, belief, and action” [J]. Chin Med Ethics, 2025, 38(7): 897-902.