

传染病虚拟仿真教学在临床见习中的应用评价

吉杉¹，李侗曾¹，李玉华¹，牟丹蕾¹，程香普²，张永宏³

1.首都医科大学附属北京佑安医院感染综合科，北京 100069；2.首都医科大学附属北京佑安医院教育处，北京 100069；3.首都医科大学附属北京佑安医院肝病与肿瘤介入中心，北京 100069

[摘要] 目的 探讨传染病虚拟仿真教学在临床见习中的应用价值，分析见习生在病例判断、提示后修正及新病例任务中的表现。方法 采用回顾性教学研究及单组自身配对评价设计，纳入 2026 年首都医科大学 2023 级临床医学专业“5+3”一体化及五年制四个班的 132 名见习学生。学生完成百日咳和新型冠状病毒感染虚拟仿真教学后，依次完成两项含流感鉴别诊断的病例题，以抗菌药物使用判断为评价节点，组织原病例独立首答、分层提示、教师复盘及新病例独立作答。采用 McNemar 精确检验比较两次作答正确率，报告正确率差值及 95%置信区间（confidence interval，CI）；补充关键比例的 Wilson 区间估计及缺失结果极端情形敏感性分析。结果 原病例首次答对 59 名（44.7%），答错 73 名（55.3%）；首次答错者中 57 名在两层提示内改对，累计改对率为 78.1%（95%CI：67.3%~86.0%），16 名需教师介入。128 名完成两项任务，原病例首次正确率为 45.3%，新病例正确率为 57.8%，差值为 12.5 个百分点（95%CI：-0.1~25.1 个百分点， $P=0.072$ ）；由错转对 43 名，由对转错 27 名。对 4 名缺失新病例结果者进行极端情形分析，全体 132 名学生的正确率差值范围为 11.4~14.4 个百分点。结论 传染病虚拟仿真教学可将病例判断、分层反馈与教师复盘衔接，呈现见习生的判断修正及相近病例作答变化，为针对性教学指导与形成性评价提供依据。

[关键词] 传染病学；虚拟仿真；临床见习；病例教学；形成性评价

[中图分类号] G642.0；R-4

1 引言

传染病学临床见习承担着连接理论知识与诊疗实践的教学任务。结合《传染病学》第 10 版的内容体系，见习生需要综合流行病学线索、临床表现和检查结果，形成诊断鉴别、病情评估与治疗预防的思路。呼吸道传染病教学既要求学生识别疾病特征，也要求其在相近临床表现中辨析证据。虚拟仿真可将典型病例组织为交互式任务，为见习生提供病例分析与判断练习的教学场景^[1-2]。

虚拟仿真教学的价值体现在学生如何运用病例信息完成判断，以及教师如何根据判断过程提供反馈。虚拟患者研究关注临床推理训练及反馈设计^[3-5]，相关课程与评价研究强调教学目标、病例任务和评价指标之间的对应关系^[6-7]。将独立首答、提示后修正和新病例作答衔接起来，可以同时观察学生的初始判断、对教学支持的响应及在相近情境中的作答表现，为见习教学提供具体的反馈依据。

本研究以百日咳和新型冠状病毒感染虚拟仿真模块开展教学，并在两类模块教学完成后设置含流感鉴别诊断的病例题。评价任务以呼吸道传染病的证据辨析为切入点，将抗菌药物使用判断置于病例分析过程中。分层提示引导学生重新识别关键信息、解释判断依据，教师再根据作答记录组织复盘，使反馈对应具体的推理环节^[8-9]。

本研究基于 2026 年 132 名临床见习生的教学记录，评价百日咳和新型冠状病毒感染虚拟仿真教学后的病例任务表现，分析提示响应、两次病例作答的配对变化及缺失结果的影响，为呼吸道传染病见习教学的任务组织、针对性反馈和形成性评价提供依据。

第一作者：吉杉，电子信箱：jsshjdd@163.com。

通信作者：张永宏，电子信箱：zhangyh@ccmu.edu.cn。

基金项目：北京市教育科学“十四五”规划 2025 年度一般课题“基于知识图谱、生成式人工智能的传染病学智慧课程建设与应用研究”（CDDDB25249）。

2 资料与方法

2.1 研究对象

本研究为回顾性教学研究，对既有教学记录进行单组自身配对评价。选择 2026 年在首都医科大学附属北京佑安医院参加传染病学见习的首都医科大学 2023 级临床医学专业“5+3”一体化及五年制四个班的 132 名学生为研究对象。纳入标准为相应专业在读、参加该时段虚拟仿真教学并完成原病例首次作答。本次分析不纳入护理专业及其他教学时段记录。未完成新病例或问卷者保留其余可用记录；主分析不进行数据插补。本研究以学生为分析单位，教学数据在分析前脱敏，不纳入姓名、学号等直接身份标识。

本研究经首都医科大学附属北京佑安医院伦理委员会批准（伦理批件号：京佑科伦意[2026]021 号；存档编号：LL-2026-011-K；批准日期：2026 年 1 月 19 日）。临床病例素材用于虚拟病例教学设计，教学评价以 132 名学生为分析对象。患者资料均进行脱敏处理，用于本科教学研究，不增加临床检查或治疗，不改变既往临床诊疗。

2.2 虚拟仿真教学设计与实施

本次教学以《传染病学》第 10 版为教材依据，以百日咳、新型冠状病毒感染虚拟仿真模块承载病例学习，教学后通过含流感鉴别诊断的病例题组织训练与评价。教学目标为引导学生联系病史、病原学信息、病情及检查结果，比较不同诊断的支持证据，并说明治疗判断的依据。抗菌药物使用判断为病例题中的具体评价节点，用于观察学生将证据辨析与治疗选择相联系的任务表现。

学生进入医院既有三维（three-dimensional，3D）虚拟仿真系统完成百日咳、新型冠状病毒感染模块的教学。两类模块教学完成后，学生依次完成两项含流感鉴别诊断内容的病例题，分别记为原病例和新病例。流感作为评价题中的鉴别诊断内容，系统未设置独立的流感仿真模块。病例题围绕诊断依据、鉴别线索与治疗选择展开，将抗菌药物合理使用要求融入判断任务^[10-11]。各班采用同一教学流程和评价任务，病例材料及提示内容由课程组依据课程内容与教学目标组织。学生先在限定时间内独立完成原病例首次作答；首次错误者接受第一层提示，重新识别诊疗关键信息；仍错误者接受第二层提示，进一步辨析感染证据与治疗决策的联系；两层提示后仍未答对者接受教师针对性指导。教师复盘后，学生独立完成新病例题，新病例不再提供分层提示。教学与评价流程见图 1、表 1。



图 1 传染病虚拟仿真教学实施与过程评价路径

10.12201/bmr.202610.00044V1

表 1 传染病虚拟仿真教学流程

环节	学生任务	教师或平台支持	记录指标
准备与仿真教学	完成预习及百日咳、新型冠状病毒感染仿真模块学习	发布预习资源，组织两类模块教学	资源学习记录、课前成绩
原病例独立首答	完成含流感鉴别诊断的原病例题，判断抗菌药物使用	平台限时作答，不提供即时解释	首答正确率、首答耗时
第一层提示	首答错误者重新判断	提示诊疗关键信息，强调病情严重程度和感染证据再识别	第一层提示后改对率、耗时
第二层提示与教师复盘	第一层后仍错误者继续判断；仍错误者进入教师复盘	提示感染证据与治疗决策的联系；教师讲解判断依据	第二层提示后改对率、教师介入比例
新病例迁移任务	完成另一项含流感鉴别诊断的病例题，独立作答	使用围绕同一决策逻辑设计的新病例，不再提供分层提示	新病例正确率、配对转换模式

2.3 评价指标

以仿真教学后两项病例题中的抗菌药物使用判断评价见习生的任务表现。主要结局为同一学生新病例正确率与原病例首次正确率的配对差异，反映教学后评价与反馈过程中的作答变化。次要过程指标包括原病例首次正确率、第一层提示后改对率、第二层提示后改对率、两层提示内累计改对率、教师介入比例和作答时间。自身配对结果按两次均正确、由错转对、由对转错、两次均错误四种转换模式描述。问卷收集学生对教学流程、提示设置和教师复盘的即时反馈，漏答和“不适用”不纳入相应条目分母。学生感知量表的使用需关注测量效度^[12]；本研究问卷尚未完成独立量表学验证，用于课堂反馈。

2.4 统计学方法

采用 Python 3.12.14 进行数据整理与统计分析。计量资料以均数±标准差 ($\bar{x}\pm s$) 或中位数（下四分位数，上四分位数）[M(Q1,Q3)]描述，计数资料以人数（百分数）[n(%)]描述。以完成两项病例任务的学生为配对分析对象，建立 2×2 配对表，采用 McNemar 精确检验比较正确率，双侧检验水准为 0.05。报告正确率绝对差值及基于错配对子方差的近似 95%CI。提示后累计改对率及教师介入比例补充 Wilson 法 95%CI。对未完成新病例的学生进行极端情形敏感性分析，分别将其新病例结果全部设为错误或正确，计算全体学生正确率差值的上下界；此设定仅用于敏感性分析，不替代实际观测值。补充分析在本轮修订时开展。不同提示阶段的进入条件和学生构成不同，耗时作描述性分析，不作独立组间比较。研究报告参照加强观察性流行病学研究报告质量声明（Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology，STROBE）^[13]。本次区间估计及检验以学生层面计算，未校正班级聚集效应。

10.12201/bmr.202610.00044V1

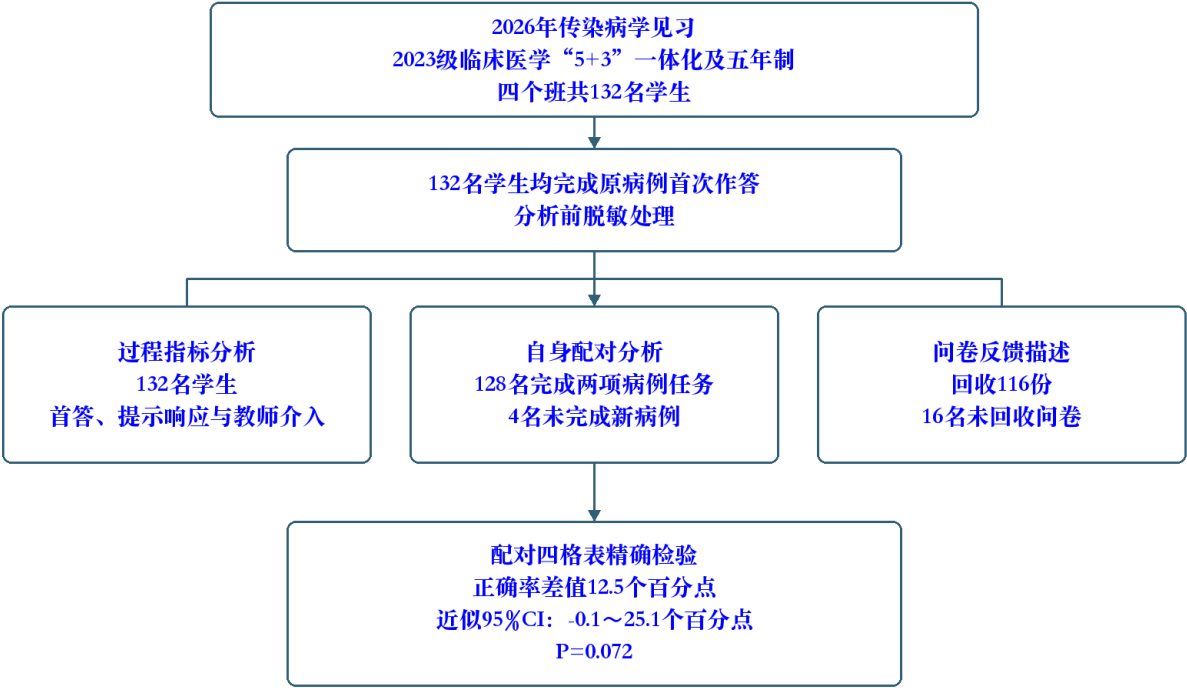


图 2 研究对象纳入与统计分析流程

3 结果

3.1 学生基本情况与数据完整性

132 名学生均完成原病例首次判断，128 名（97.0%）完成新病例任务，116 名（87.9%）回收问卷。学生年龄为（22.10±1.05）岁；男性 66 名（50.0%），女性 66 名（50.0%）。有感染科见习经历 44 名（33.3%），既往使用虚拟患者系统 29 名（22.0%）。见习经历和虚拟患者系统使用经历来源于教学平台或教学管理记录。课前成绩为（66.36±12.47）分，作为研究对象基础学习情况描述。见表 2。

3.2 首次判断、分层提示与教师介入

原病例首次答对 59 名（44.7%），答错 73 名（55.3%）。首次答错者中，45 名（61.6%）经第一层提示后改对；第一层提示后仍错误并进入第二层提示者 28 名，其中 12 名（42.9%）改对。首次错误者在两层提示内累计改对 57 名，累计改对率为 78.1%（Wilson 法 95%CI：67.3%~86.0%）。教师介入 16 名，占全体学生 12.1%（Wilson 法 95%CI：7.6%~18.8%）。首次作答耗时中位数为 54.0（43.8，68.8）s，第一层提示后为 41.0（34.0，52.0）s，第二层提示后为 33.0（28.8，38.8）s。见表 3。

3.3 同一学生两病例作答的自身配对结果

128 名完成两项任务的学生中，原病例首次答对 58 名（45.3%），新病例答对 74 名（57.8%），正确率绝对差值为 12.5 个百分点（95%CI：-0.1~25.1 个百分点）。配对四格表精确检验显示两次作答分布差异无统计学意义（ $P=0.072$ ）。两次均正确 31 名（24.2%），由错转对 43 名（33.6%），由对转错 27 名（21.1%），两次均错误 27 名（21.1%）。见表 4。4 名未完成新病例者中，原病例首次答对 1 名、答错 3 名。将 4 人的新病例结果全部设为错误或正确时，新病例答对人数分别为 74 名和 78 名，全体 132 名学生的正确率差值分别为 11.4 和 14.4 个百分点；该范围为缺失结果假设下的点估计边界，不是置信区间。

10.12201/bmr.202610.00044V1

3.4 问卷回收情况

问卷回收 116 份（87.9%），用于收集学生对虚拟病例教学流程、提示设置和教师复盘的即时反馈。问卷尚未完成独立信效度检验，本次报告回收情况，供课程改进参考。

表 2 学生基本情况与教学过程记录

指标	结果
学生总数	132
教学班数	4
年龄（岁， $\bar{x}\pm s$ ）	22.10 $\pm$ 1.05
男性	66（50.0）
女性	66（50.0）
有感染科见习经历	44（33.3）
既往使用虚拟患者系统	29（22.0）
课前成绩（分， $\bar{x}\pm s$ ）	66.36 $\pm$ 12.47
新病例完成	128（97.0）
问卷回收	116（87.9）

注：计数资料以人数（百分数）[n(%)]表示；学生总数单位为名，教学班数单位为个，问卷回收单位为份。年龄单位为岁，课前成绩单位为分，均以均数 $\pm$ 标准差（ $\bar{x}\pm s$ ）表示。

表 3 原病例知识判断节点作答与推进情况

指标	人数/分母	比例（%）
首次答对	59/132	44.7
首次答错	73/132	55.3
第一层提示后改对	45/73	61.6
第二层提示后改对	12/28	42.9
首次错误者两层内累计改对	57/73	78.1
教师介入	16/132	12.1
首次作答耗时	54.0（43.8，68.8）s	-
第一层提示后耗时	41.0（34.0，52.0）s	-
第二层提示后耗时	33.0（28.8，38.8）s	-

注：作答耗时以中位数（下四分位数，上四分位数）[M(Q1,Q3)]表示，单位为秒（s）；“人数/分母”列各项按原表所列分母计算比例，“-”表示不适用。

表 4 同一 128 名学生两病例作答结果的配对分布

原病例首次判断	新病例正确	新病例错误	合计
正确	31	27	58
错误	43	27	70
合计	74	54	128

注：错配对子为由错转对 43 名、由对转错 27 名；配对四格表精确检验 $P=0.072$ ；正确率绝对差值为 12.5 个百分点，近似 95%CI 为 -0.1 ~ 25.1 个百分点。

注：表内数值单位为名。

10.12201/bmr.202610.00044V1

4 讨论

4.1 以呼吸道传染病病例组织临床见习任务

本研究将百日咳、新型冠状病毒感染虚拟仿真学习与教学后的病例评价衔接。两项评价题均包含流感鉴别诊断内容，使学生在完成模块学习后，通过比较疾病线索运用课程知识。已有传染病虚拟仿真研究提供了相关教学实践基础^[1-2]，虚拟患者及临床推理课程研究则强调任务设计与教学目标的对应^[3,6]。本次教学将病例分析落实到具体判断节点，要求学生根据所给信息形成选择，再通过提示和复盘梳理证据关系。这样的任务组织使教师能够同时关注学生的答案和判断过程，将知识讲解转化为有针对性的见习指导。

4.2 分层提示支持见习生识别证据和修正判断

首次答错者中，57 名在两层提示内改对，累计改对率为 78.1%，95%CI 为 67.3%~86.0%。分层响应为教学指导提供了可区分的切入点：第一层提示着重于关键信息再识别，第二层提示进一步联系感染证据与治疗判断。反馈研究强调提示应对应具体推理环节^[5,8]。教师可根据学生在哪一层修正判断安排复盘内容，对第一层即改对者核实信息提取过程，对第二层后改对者追问证据与答案的联系，对仍需介入的 16 名学生进行重点讲解。由此，仿真任务中的过程记录能够用于分配教学支持、提高反馈的针对性。

4.3 将鉴别诊断与治疗判断联系起来

在百日咳和新型冠状病毒感染仿真教学后设置含流感鉴别诊断的病例题，可以将学习评价从单一病名识别推进到证据比较。学生需要结合病例信息判断不同诊断的依据，再解释相应的治疗选择。抗菌药物使用判断是这一过程中的具体评价节点，其教学意义在于考察学生能否将病原学证据、病情和合并感染线索联系起来^[10-11]。在涉及流感的鉴别讨论中，世界卫生组织指南不建议对非重症且细菌合并感染可能性低的患者常规使用抗菌药物^[14]。教师可结合该判断依据引导学生比较不同病例条件，说明治疗选择的适用范围，使鉴别诊断与治疗思辨在同一病例分析过程中衔接。

4.4 作答轨迹支持见习教学的过程评价

128 名完成两项任务的学生中，由错转对 43 名、由对转错 27 名，新病例正确率较原病例首答高 12.5 个百分点（95%CI：-0.1~25.1 个百分点， $P=0.072$ ）。双向转换为教学复盘提供了不同线索：由错转对的记录可用于追溯提示与复盘中被学生采用的判断依据，由对转错的记录则提示教师关注学生对新信息组合的解释。虚拟病例研究强调教学设计与评价方式对结果解释的重要性^[3-5,7]。将两次作答与提示响应结合，可以据此安排后续训练，发挥教师在证据解释和推理引导中的作用^[9]。

4.5 研究范围与后续教学评价

本研究采用单中心、单组自身配对设计，结果对应 132 名见习生在完成两类仿真教学后的病例题表现。两次作答均发生于仿真教学后，配对比较描述的是评价与反馈过程中的变化；两次正确率差异无统计学意义，病例难度差异及班级聚集效应尚未得到控制。缺失结果的极端情形分析所得 11.4~14.4 个百分点为点估计边界，问卷作为课堂反馈。后续可统一病例难度与评分标准，设置教学前测量、平行对照、延迟任务及判断理由的独立评分，进一步评价知识应用与保持。

5 结论

以百日咳、新型冠状病毒感染虚拟仿真教学为基础，教学后设置含流感鉴别诊断的病例题，可将模块学习与证据辨析、治疗判断训练衔接。原病例独立首答、分层提示、教师复盘及新病例作答的连续记录呈现了见习生的判断修正和任务表现，为教师识别学习需求、实施针对性反馈及完善临床见习形成性评价提供依据。

利益冲突：所有作者声明无利益冲突。

作者贡献：吉杉、张永宏负责研究设计和论文撰写；李侗曾、李玉华参与教学实施和资料整理；牟丹蕾、程香普参与数据核查、统计分析和论文修改。所有作者均阅读并同意最终稿。

数据可用性：本研究使用脱敏教学平台导出数据、教学管理记录及病例教学素材，因涉及学生教学过程和患者隐私信息，原始数据不公开；经合理申请并获得教学管理部门和伦理要求允许后，可提供用于复核的汇总数据。

参考文献

- [1] 孙蕊芸, 牟丹蕾, 崔丹, 等. 3D 虚拟仿真传染病教学系统的构建实施和效果评价[J]. 医学教育管理, 2024, 10(4): 461-466.
- [2] 栗斌, 张彤. 虚拟现实技术在传染病学教学中的进展与应用前景[J]. 医学教育管理, 2024, 10(4): 455-460.
- [3] Plackett R, Kassianos AP, Mylan S, et al. The effectiveness of using virtual patient educational tools to improve medical students' clinical reasoning skills: a systematic review[J]. BMC Med Educ, 2022, 22(1): 365.
- [4] Kononowicz AA, Woodham LA, Edelbring S, et al. Virtual patient simulations in health professions education: systematic review and meta-analysis by the Digital Health Education Collaboration[J]. J Med Internet Res, 2019, 21(7): e14676.
- [5] Jay R, Sandars J, Patel R, et al. The use of virtual patients to provide feedback on clinical reasoning: a systematic review[J]. Acad Med, 2025, 100(2): 229-238.
- [6] Hawks MK, Maciuba JM, Merkebu J, et al. Clinical reasoning curricula in preclinical undergraduate medical education: a scoping review[J]. Acad Med, 2023, 98(8): 958-965.
- [7] Daniel M, Rencic J, Durning SJ, et al. Clinical reasoning assessment methods: a scoping review and practical guidance[J]. Acad Med, 2019, 94(6): 902-912.
- [8] Mayer A, Hege I, Kononowicz AA, et al. Collaborative development of feedback concept maps for virtual patient-based clinical reasoning education: mixed methods study[J]. JMIR Med Educ, 2025, 11: e57331.
- [9] Verkuyl M, Violato E, Southam T, et al. Facilitators' experiences with virtual simulation and their impact on learning[J]. Adv Simul, 2024, 9(1): 54.
- [10] Davey P, Marwick CA, Scott CL, et al. Interventions to improve antibiotic prescribing practices for hospital inpatients[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2017, 2(2): CD003543.
- [11] Dyar OJ, Beović B, Pulcini C, et al. ESCMID generic competencies in antimicrobial prescribing and stewardship: towards a European consensus[J]. Clin Microbiol Infect, 2019, 25(1): 13-19.
- [12] Isaza-Restrepo A, Buitrago-Ricaurte N, Bermúdez-Hernández P, et al. Transcultural adaptation of the virtual patient integration rating scale: a factor analysis[J]. BMC Med Educ, 2025, 25(1): 396.
- [13] von Elm E, Altman DG, Egger M, et al. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies[J]. PLoS Med, 2007, 4(10): e296.
- [14] World Health Organization. Clinical practice guidelines for influenza[M/OL]. Geneva: World Health Organization, 2024. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240097759>.