·教学改革·

虚拟病人联合CBL教学在内科教学中的实践与探索

陆耀红[1]　潘静薇[2]　韩蓓蓓[2]　谢芳艺[1]　李萍[1]
[1]上海交通大学医学院附属第六人民医院教学办公室，上海　200233；[2]上海交通大学医学院附属第六人民医院心内科，上海　200233
通信作者：李萍，Email：lipingxu365@163.com

【摘要】 **目的**　探讨虚拟病人联合案例教学法（case-based learning，CBL）的教学效果，并研究其对提升学生临床思维能力的作用。**方法**　将2021年7月至2022年12月在上海交通大学医学院附属第六人民医院内科实习的71名学生随机分为3组：虚拟病人教学组（24人），予以虚拟病人教学；CBL教学组（23人），予以CBL教学；混合教学组（24人），予以虚拟病人教学+CBL教学。教学结束后，对所有学生进行技能考试，并进行了教学效果满意度调查。数据分析采用SPSS 24.0软件进行，多组均数的比较采用方差分析（analysis of variance，ANOVA），而3组之间的两两比较则采用最小显著差异法（least-significant difference，LSD）进行。**结果**　在3组学生技能考试成绩的比较中，“问诊思路”项目上，3组学生成绩[（82.04 ± 3.76）vs.（79.00 ± 4.93）vs.（78.61 ± 4.56）]差异有统计学意义（P=0.018），混合教学组成绩优于虚拟病人教学组和CBL教学组。3组学生的“总分”成绩差异也有统计学意义[（81.33 ± 5.02）vs.（80.65 ± 5.67）vs.（79.76 ± 5.15）]（P=0.046）。两两比较发现，混合教学组在总分上明显优于CBL教学组（P=0.013）。教学效果满意度调查显示，在“提高学习积极性和主动性”方面，混合教学组和虚拟病人教学组均优于CBL教学组；在“提升分析问题的能力”方面，混合教学组和CBL教学组优于虚拟病人教学组；在“加深对知识的理解”方面，混合教学组优于虚拟病人教学组；而在“提高创新的能力”方面，混合教学组则优于CBL教学组。总体而言，混合教学组学生的满意度最高。**结论**　虚拟病人与CBL相结合的教学方法能够更有效地提升学生的临床思维能力，促进学生自主学习，并提升教学满意度，为临床思维教学提供了一种全新的教学模式。

【关键词】 临床思维；　虚拟病人；　案例教学法；　教学方法；　混合学习
【中图分类号】 R44
基金项目：上海交通大学教育教学研究项目（JYJX20 0011）；上海交通大学本科教学管理项目（JYGL22 025）；上海市高等教育学会规划研究课题（1QYB24071）
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20230912-01902

Practice and exploration of the teaching mode of virtual patients combined with case-based learning in teaching internal medicine

Lu Yaohong[1], Pan Jingwei[2], Han Beibei[2], Xie Fangyi[1], Li Ping[1]
[1] Department of Educational Management, Shanghai Sixth People's Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200233, China; [2] Department of Cardiology, Shanghai Sixth People's Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200233, China
Corresponding author: Li Ping, Email: lipingxu365@163.com

【**Abstract**】 **Objective**　To explore the teaching effect of virtual patient combined with case-based learning (CBL) and investigate its impact on improving students' clinical thinking ability. **Methods**　From July 2021 to December 2022, 71 students practicing in the Department of Internal Medicine at the Shanghai Sixth People's Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University School of Medicine were randomly divided into three groups: virtual patient teaching group (24 students), CBL teaching group (23 students), and mixed teaching group (24 students, virtual patient + CBL). After the teaching, a skill test and a teaching satisfaction survey were conducted. The data analysis was conducted using SPSS 24.0 software. The comparison of means among multiple groups was performed using analysis of variance. The pairwise comparisons between the three groups were performed using the least significant difference method. **Results**　In comparison of the scores of

the three groups of students in skill test, there was a statistically significant difference in "consultation ideas" among the three groups of students [(82.04 ± 3.76) vs. (79.00 ± 4.93) vs. (78.61 ± 4.56), *P*=0.018)], and the mixed teaching group performed better than the virtual patient teaching group and CBL teaching group. There was a significant difference in "total score" among the three groups of students [(81.33 ± 5.02) vs. (80.65 ± 5.67) vs. (79.76 ± 5.15), *P*=0.046]. Pairwise comparisons showed that the mixed teaching group was significantly better than the CBL teaching group in "total score" (*P*=0.013). The survey on teaching satisfaction showed that the scores of "improving learning motivation and initiative" were higher in the mixed teaching group and the virtual patient teaching group than in the CBL teaching group. The scores of "enhancing the ability to analyze problems" were higher in the mixed teaching group and CBL teaching group than in the virtual patient teaching group. The score of "deepening understanding of knowledge" was higher in the mixed teaching group than in the virtual patient teaching group. The score of "improving innovation ability" was higher in the mixed teaching group than in the CBL teaching group. Overall, students in the mixed teaching group showed the highest satisfaction. **Conclusions** The teaching method combining virtual patient and CBL can more effectively enhance students' clinical thinking ability, promote self-learning, and improve teaching satisfaction, providing a new mode for teaching clinical thinking.

【**Key words**】 Clinical thinking; Virtual patient; Case-based learning; Teaching method; Mixed learning

Fund program: Education and Teaching Research Project of Shanghai Jiao Tong University (JYJX20 0011); Undergraduate Teaching Management Project of Shanghai Jiao Tong University (JYGL22 025); Planning and Research Project of Shanghai Higher Education Association (1QYB24071)

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20230912-01902

临床思维是运用基础医学与临床医学知识，对临床资料进行综合分析、逻辑推理，从纷繁复杂的线索中识别并解决主要矛盾的过程。它是医生在认识和诊断疾病、治疗疾病过程中采用的推理与思维方法，是一名合格医生准确诊治患者疾病所必需的基本能力[1]。临床思维能力的培养是医学教育中一个非常重要的环节。然而，事实上，国内在临床思维能力培养体系的建立上是不完善的。国内多数医学院校及附属医院依赖于传统的病房实践教学来训练临床思维能力，但在实施过程中，由于临床师资水平的不均衡、病例资源的局限性、病人隐私保护的需求及紧张的医患关系等特殊问题，常常导致教学效果难以达到预期目标。因此，亟须探索新的途径以实现临床思维能力的有效训练。

虚拟病人是一种特殊的计算机程序，能够模拟真实的临床场景。学生可模拟临床医师获取病例资料，进行体格检查、辅助检查，并做出诊断和治疗决策。其具有无风险、可重复操作、反馈迅速等特点。案例教学法（case-based learning，CBL）通过精心设计的典型案例，引导学生积极参与讨论，从而提高他们解决问题的能力[2]。近年来，案例教学法被逐步推广应用于临床教学中。

单独使用虚拟病人或CBL教学法虽能提升学生的临床思维能力，但效果尚显不足[3-4]。研究表明，多种教学方法的综合应用更能激发学生的自主学习兴趣，培养其提出问题、分析问题和解决问题，以及独立思考的能力，同时锻炼学生的表达能力和团队协作能力[5-6]。鉴于以往关于虚拟病人与CBL联合教学的研究比较少，故本研究将这两种教学方法结合应用于临床思维教学中，以探究这种新型混合式教学方法的教学效果，评估其对学生临床思维能力提升的作用，并为医学教育的改革与发展提供实证依据。

1　对象和方法

1.1　研究对象

将2021年7月至2022年12月在上海交通大学医学院附属第六人民医院内科实习的71名学生纳入研究，其中男性33人、女性38人，五年制学生46人、八年制学生25人。研究采用随机数字表法将学生分为3组：虚拟病人教学组24人，予以虚拟病人教学；CBL教学组23人，予以CBL教学；混合教学组24人，予以虚拟病人教学+CBL教学。3组学生在基线资料上，包括性别（χ^2=0.88，*P*=0.645）、学制（χ^2=0.10，*P*=0.954）、进入实习前的理论考试成绩[内科学（*F*=0.08，*P*=0.924）、外科学（*F*=0.94，*P*=0.400）、妇产科学（*F*=0.26，*P*=0.775）、儿科学（*F*=0.01，*P*=0.991）]差异均无统计学意义，因此认为3组之间具有可比性。

1.2　教学方法

1.2.1　虚拟病人教学组

本研究采用的虚拟病人教学系统是由美国南伊利诺伊大学医学院研究开发的临床思维训练

考核软件(Diagnosis & Reasoning Clinician,简称“DxR”)。该系统是一个基于网络的交互式虚拟诊疗系统,它将临床诊疗过程与计算机网络技术相结合,旨在训练并考核学生的临床思维能力和决策分析能力。

其主要教学步骤如下。①挑选虚拟病人案例:教师依据内科学教学大纲,从软件系统中挑选出内科学领域的常见疾病作为教学案例,具体包括急性冠脉综合征、慢性阻塞性肺气肿、消化性溃疡及糖尿病等。②虚拟病人教学系统的具体操作流程:首先,学生需根据虚拟病人的简要病情描述和主诉进行问诊;随后,基于问诊收集的信息,学生对虚拟病人进行体格检查和必要的辅助检查;紧接着,学生进行初步诊断,并给出相应的诊断依据;最后,制定针对性的治疗方案。案例学习完成后,软件系统将自动对学生的临床思维能力进行评估,并提供反馈。③虚拟病人组教学实施过程:在首次授课时,教师会详细讲解软件系统的操作流程,确保学生能够熟练掌握,从而避免因操作不熟练而影响成绩。之后,学生需每2周独立完成一个虚拟病例的练习。练习完成后,学生应依据软件系统自动生成的评价报告,对主要知识点进行梳理和总结。整个“虚拟病例练习+知识点整理”环节共计2学时。

1.2.2 CBL教学组

CBL教学组由7至8人组成一个小组,以小组为单位进行病例讨论。①课程开始前,学生需预习阅读资料,预习时间约为1 h。②课上,学生围绕案例展开讨论,当学生在讨论中遇到难以解答的问题或思路受阻时,教师会给予适当的帮助,并同时提出一些相关问题以引导学生深入思考。③最后,教师进行简要的总结。每次课程结束时,学生应对整个案例已无疑惑。CBL教学模式中学生讨论+教师总结共计2学时。CBL组同样涉及急性冠脉综合征、慢性阻塞性肺气肿、消化性溃疡和糖尿病这4种病例,学生需每2周完成一个病例的学习。

1.2.3 混合教学组

混合教学组采用了虚拟病人联合CBL的教学方法。同样是上述这4个病例,每2周完成一个。具体安排如下:①混合教学组的前期教学形式与虚拟病人教学组相同,即由教师讲解软件系统操作步骤,学生熟悉系统,并独立完成虚拟病例练习。②与虚拟病人教学组不同的是,学生在完成病例练习后,不直接查看系统提供的评价报告,而是以8人为一组,就刚刚完成的病例进行CBL式的讨论。③最后,由教师进行简要总结。整个“虚拟病例练习+讨论+教师总结”的流程共计2学时。

补充说明,本研究结束后,为了确保3组学生所学内容的一致性,对虚拟病人组的学生补充了CBL教学,同时对CBL组的学生补充了虚拟病人教学。

1.3 效果评价

教学结束之后,采用技能考试和问卷调查的方式对3组学生的教学效果进行评价。

1.3.1 考核评价

技能考试主要涵盖病史采集和病例分析2个方面。病史采集采用标准化病人的形式,从问诊技巧、问诊思路、沟通交流3个维度进行评价,每个维度满分均为100。病例分析则以纸笔考试的形式进行,要求学生根据所提供的病史资料,撰写初步诊断及其诊断依据、鉴别诊断及治疗原则。同样,病例分析也从上述3个维度进行评价,每个维度满分也为100。最后,比较3组学生在这2项考试中的成绩差异。

1.3.2 问卷调查

对学生进行无记名的教学效果满意度调查。问卷内容涵盖以下5个维度:提高学习积极性和主动性、提升分析问题的能力、加深对知识的理解、提高创新的能力及增强合作交流的能力,共包含25个问题。每个问题采用0~10分的评分标准,分数越高,代表满意度越高。用各维度下所属问题得分的平均值作为该维度教学效果评价的量化指标。该问卷的Cronbach's α系数为0.836,表明其具有较高的信度。

1.4 统计学方法

使用SPSS 24.0软件进行统计分析。3组学生考试成绩及问卷调查中的计量资料均以(均数 ± 标准差)的形式表示。多组均数比较采用方差分析(analysis of variance,ANOVA),3组间两两比较则选用最小显著差异法(least-significant difference,LSD)。检验水准α=0.05。

2 结果

2.1 考试情况分析

3组学生在“问诊思路”的成绩上差异具有统计学意义[(82.04 ± 3.76) vs. (79.00 ± 4.93) vs. (78.61 ± 4.56),P=0.018)]。进一步的两两比较显示,混合教学组成绩显著优于虚拟病人教学组和CBL教学组。尽管在其余各项评分上,3组学生的成绩差异并无统计学意义,但从总分上来看,混合教学组的成绩最为优异,且其与CBL教学组之间的差异具有统计学意义(P=0.013)(表1至表3)。

表1　3组学生技能考试成绩比较[($\bar{x} \pm s$),分]

项目	子项目	混合教学组（n=24）	虚拟病人教学组（n=24）	CBL教学组（n=23）	F值	P值
病史采集	问诊技巧	79.17 ± 4.38	80.46 ± 5.29	79.48 ± 5.23	0.44	0.647
	问诊思路	82.04 ± 3.76	79.00 ± 4.93	78.61 ± 4.56	4.26	0.018
	沟通交流	84.75 ± 4.72	86.29 ± 5.28	84.17 ± 4.04	1.28	0.286
病例分析	诊断及诊断依据	81.58 ± 4.84	79.13 ± 4.75	78.74 ± 5.07	2.37	0.101
	鉴别诊断	82.88 ± 4.67	80.42 ± 4.81	80.30 ± 4.90	2.19	0.120
	治疗原则	77.54 ± 4.52	78.58 ± 5.58	77.26 ± 4.59	0.47	0.624
总分		81.33 ± 5.02	80.65 ± 5.67	79.76 ± 5.15	3.10	0.046

表2　3组学生问诊思路项目成绩比较（LSD法）

分组	分组	MD值	P值
混合教学组	虚拟病人教学组	3.04	0.020
	CBL教学组	3.43	0.010
虚拟病人教学组	CBL教学组	0.39	0.764

表3　3组学生总分比较（LSD法）

分组	分组	MD值	P值
混合教学组	虚拟病人教学组	0.68	0.275
	CBL教学组	1.57	0.013
虚拟病人教学组	CBL教学组	0.89	0.161

2.2　问卷调查分析

向3组学生共发放了71份问卷，回收有效问卷71份，回收率达到100.00%。调查结果显示，在“提高学习积极性和主动性”方面，混合教学组和虚拟病人教学组的表现优于CBL教学组；在“提升分析问题的能力”上，混合教学组和CBL教学组的表现则优于虚拟病人教学组；在“加深对知识的理解”方面，混合教学组优于虚拟病人教学组；对于“提高创新的能力”，混合教学组优于CBL教学组；然而，在“增强合作交流的能力”这一维度上，3组之间的差异并无统计学意义（表4、表5）。总体而言，混合教学组的学生对教学效果的满意度最高。

3　讨论

3.1　虚拟病人联合CBL的混合学习有助于提升学生的临床思维能力

虚拟病人最初是为了培养临床推理和决策技能而开发的。多项研究表明[7-16]，使用虚拟病人进行教学可以显著提高学生的知识水平和技能水平。这些技能的改进包括临床推理能力[9-12]、操作技能[13-15]，以及操作技能和团队协作技能的综合提升[16]。同时，研究还发现，基于虚拟病人的学习模式对学生学习记忆的改善效果不仅是短期的，长期来看也同样有效[10,17]。

和单纯的虚拟病人教学相比，基于虚拟病人的混合学习同样有助于提升知识掌握程度和临床技能[18-20]。这些研究一致表明，人们更倾向于将虚拟病人教学与传统教学方法相结合，而非仅依赖传统教学。然而，最大的挑战在于如何找到这两种教学方法的最佳融合方式[21-22]。

此外，值得关注的是，不同学习水平的学生从虚拟病人教学中的获益程度各不相同。Qayumi等[14]的研究显示，虚拟病人教学或基于虚拟病人的混合学习对于低成绩组的学生而言，在知识层面和技能层面均有所助益；中等成绩组的学生在虚拟病人教学条件下，主要在知识层面获得了提升；而高成绩组的学生则似乎并未在任何条件下获得额外的显著益处。

本研究在教学结束后，对3组学生进行了技能考试。就成绩而言，采用虚拟病人联合CBL的混合教学组在“问诊思路”上的表现明显优于其他两组。这表明，虚拟病人联合CBL的混合教学模式能够帮助学生理清诊疗思路，抓住病例的关键问题，从而提升学生的临床推理能力，并进一步增强教学效果。

而在“问诊技巧”和“交流沟通”方面，3组学生

表4　3种教学方式教学效果满意度调查结果比较[($\bar{x} \pm s$),分]

问卷内容	混合教学组（n=24）	虚拟病人教学组（n=24）	CBL教学组（n=23）	F值	P值
提高学习积极性和主动性	8.96 ± 0.91	9.13 ± 1.03	7.48 ± 1.75	11.71	<0.001
提升分析问题的能力	9.29 ± 0.86	8.08 ± 1.10	9.13 ± 0.81	11.78	<0.001
加深对知识的理解	8.63 ± 0.77	7.58 ± 1.10	8.13 ± 1.32	5.53	0.006
提高创新的能力	8.96 ± 0.95	8.63 ± 1.38	7.91 ± 1.50	3.96	0.024
增强合作交流的能力	8.54 ± 1.22	8.08 ± 1.10	8.30 ± 1.26	0.89	0.417

表5　3种教学方式教学效果满意度调查结果比较(LSD法)

问卷内容	分组	分组	*MD*值	*P*值
提高学习积极性和主动性				
	混合教学组	虚拟病人教学组	−0.17	0.653
		CBL教学组	1.48	<0.001
	虚拟病人教学组	CBL教学组	1.65	<0.001
提升分析问题的能力				
	混合教学组	虚拟病人教学组	1.21	<0.001
		CBL教学组	0.16	0.556
	虚拟病人教学组	CBL教学组	−1.05	<0.001
加深对知识的理解				
	混合教学组	虚拟病人教学组	1.04	0.001
		CBL教学组	0.49	0.123
	虚拟病人教学组	CBL教学组	0.55	0.089
提高创新的能力				
	混合教学组	虚拟病人教学组	0.33	0.376
		CBL教学组	1.05	0.007
	虚拟病人教学组	CBL教学组	0.71	0.064
增强合作交流的能力				
	混合教学组	虚拟病人教学组	0.46	0.187
		CBL教学组	0.24	0.497
	虚拟病人教学组	CBL教学组	−0.22	0.527

的表现差异并无统计学意义。这可能是由于在教学过程中,3组学生均未与标准化病人或真实病人进行直接的交流互动,因此这些方面的能力未能在考试中得以显著区分。

尽管除了“问诊思路”外,3组学生在其他方面的成绩差异并不明显,但从总成绩来看,混合教学组的表现最优,且与仅采用CBL教学的组别差异有统计学意义。这说明,相较于传统的讨论式课程,基于虚拟病人的混合教学模式在提升学生临床思维能力方面具有明显优势。这一点也与先前文献报道的研究结果相吻合。

3.2　虚拟病人联合CBL的混合学习有助于增加学生对教学效果的满意度

学生对基于虚拟病人教学的看法普遍持积极态度。与讲座、阅读作业、基于视频的学习和网络教程相比,多数研究[7-8,11,14]表明,学生更倾向于虚拟病人的教学方式。Lehmann等[20]的研究发现,将虚拟病人作为教学手段来补充传统教学,能够使学生在进行儿科基础生命支持时获得更高的自信心。然而,也存在例外情况,Williams等[12]的一项研究指出,尽管在客观评价上,虚拟病人教学与传统教学在知识获取方面效果相当,但基于虚拟病人教学的学生在主观上却认为自己学到的知识和技能相对较少。

本研究在教学结束后,对3组学生进行了教学效果满意度调查。与大部分研究结果一致,采用虚拟病人联合CBL的混合教学组整体满意度最高。在“提升分析问题的能力”“加深对知识的理解”“提高创新的能力”“增强合作交流的能力”这4个项目中,混合教学组的学生满意度评分均为最高。

在“提升分析问题的能力”项目中,混合教学组和CBL教学组的评分均在9分以上,且明显高于虚拟病人教学组。这一结果表明,在学生的主观体验中,单纯的虚拟病人教学在提升分析问题的能力方面尚存不足,而讨论式的教学更有助于帮助学生理清诊疗思路,从而提高分析问题的能力。

在“提高学习积极性和主动性”项目中,虚拟病人教学组的评分最高,而CBL教学组的评分最低。这说明即便是讨论式的教学方法,也未必能充分激发学生的学习兴趣,而学生更倾向于接受更为新颖的教学方式。

4　结语

与传统教学相比,基于虚拟病人的混合式学习可以有效地提升学生的临床思维能力,并且学生对于这种学习方式的主观满意度也较高。作为一种积极且有效的教学手段,它值得进一步实践和探讨。本研究的不足之处在于研究样本量较小,这可

能导致结果产生偏差，因此建议在未来的研究中扩大样本量，以进一步验证研究结果的有效性。此外，如果研究时间允许，还可以增加长期追踪试验来持续观察基于虚拟病人的混合式学习的长期效果。

利益冲突　所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明　陆耀红：研究设计、项目实施、撰写论文；潘静薇、韩蓓蓓：实施项目、收集数据；谢芳艺：收集数据；李萍：研究指导、凝练主要观点

参考文献

[1] 殷晓丽，王德炳. 医学生临床思维能力培养探析[J]. 中华医学教育杂志，2014，34(1)：10-13. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-677X.2014.01.003.

[2] 孙成城，贠英伟，张广峻. 基于CBL教学法的以学生为中心的课堂教学转型[J]. 邢台职业技术学院学报，2020，37(1)：1-4. DOI: 10.3969/j.issn.1008-6129.2020.01.001.

[3] 徐静，潘晓霞，靳远萌，等. 应用手机程序“虚拟病人”进行教学查房可提高肾脏内科实习带教效果[J]. 诊断学理论与实践，2019，18(5)：602-604. DOI: 10.16150/j.1671-2870.2019.05.024.

[4] 陆耀红，张锋，李萍，等. 临床思维训练软件用于内科实习的实践与探索[J]. 中国高等医学教育，2015(8)：75-76. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1701.2015.08.040.

[5] 周磊，曹薇薇，郝晓燕，等. CBL联合翻转课堂在整合课程《诊疗基础》实验诊断学教学中的应用[J]. 中华医学教育探索杂志，2023，22(8)：1179-1182. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20220711-01380.

[6] 蒋娟，蒲丹岚，邹辣，等. PBL-CBL整合教学在内分泌科轮转临床医学专业学位研究生培养中的应用[J]. 中华医学教育探索杂志，2023，22(11)：1626-1629. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20220917-01479.

[7] Dankbaar MEW, Alsma J, Jansen EEH, et al. An experimental study on the effects of a simulation game on students' clinical cognitive skills and motivation [J]. Adv Health Sci Educ Theory Pract, 2016, 21(3): 505-521. DOI: 10.1007/s10459-015-9641-x.

[8] Foster A, Chaudhary N, Murphy J, et al. The use of simulation to teach suicide risk assessment to health profession trainees-rationale, methodology, and a proof of concept demonstration with a virtual patient [J]. Acad Psychiatry, 2015, 39(6): 620-629. DOI: 10.1007/s40596-014-0185-9.

[9] Botezatu M, Hult H, Tessma MK, et al. Virtual patient simulation for learning and assessment: superior results in comparison with regular course exams [J]. Med Teach, 2010, 32(10): 845-850. DOI: 10.3109/01421591003695287.

[10] Botezatu M, Hult H, Tessma MK, et al. Virtual patient simulation: knowledge gain or knowledge loss? [J]. Med Teach, 2010, 32(7): 562-568. DOI: 10.3109/01421590903514630.

[11] Li J, Li QL, Li J, et al. Comparison of three problem-based learning conditions (real patients, digital and paper) with lecture-based learning in a dermatology course: a prospective randomized study from China [J]. Med Teach, 2013, 35(2): e963-e970. DOI: 10.3109/0142159X.2012.719651.

[12] Williams C, Aubin S, Harkin P, et al. A randomized, controlled, single-blind trial of teaching provided by a computer-based multimedia package versus lecture [J]. Med Educ, 2001, 35(9): 847-854. DOI: 10.1046/j.1365-2923.2001.00960.x.

[13] Bonnetain E, Boucheix JM, Hamet M, et al. Benefits of computer screen-based simulation in learning cardiac arrest procedures [J]. Med Educ, 2010, 44(7): 716-722. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2010.03708.x.

[14] Qayumi AK, Kurihara Y, Imai M, et al. Comparison of computer-assisted instruction (CAI) versus traditional textbook methods for training in abdominal examination (Japanese experience) [J]. Med Educ, 2004, 38(10): 1080-1088. DOI: 10.1111/j.1365-2929.2004.01957.x.

[15] Schwid HA, Rooke GA, Michalowski P, et al. Screen-based anesthesia simulation with debriefing improves performance in a mannequin-based anesthesia simulator [J]. Teach Learn Med, 2001, 13(2): 92-96. DOI: 10.1207/S15328015TLM1302_4.

[16] Tao H. Computer-based simulative training system: a new approach to teaching pre-hospital trauma care [J]. J Med Coll PLA, 2011, 26(6): 335-344. DOI: 10.1016/S1000-1948(12)60029-X.

[17] Subramanian A, Timberlake M, Mittakanti H, et al. Novel educational approach for medical students: improved retention rates using interactive medical software compared with traditional lecture-based format [J]. J Surg Educ, 2012, 69(4): 449-452. DOI: 10.1016/j.jsurg.2012.05.013.

[18] Kononowicz AA, Krawczyk P, Cebula G, et al. Effects of introducing a voluntary virtual patient module to a basic life support with an automated external defibrillator course: a randomised trial [J]. BMC Med Educ, 2012, 12: 41. DOI: 10.1186/1472-6920-12-41.

[19] Gu Y, Zou Z, Chen X. The effects of vSIM for nursing™ as a teaching strategy on fundamentals of nursing education in undergraduates [J]. Clin Simul Nurs, 2017, 13(4): 194-197. DOI: 10.1016/j.ecns.2017.01.005.

[20] Lehmann R, Thiessen C, Frick B, et al. Improving pediatric basic life support performance through blended learning with web-based virtual patients: randomized controlled trial [J]. J Med Internet Res, 2015, 17(7): e162. DOI: 10.2196/jmir.4141.

[21] Gentry SV, Gauthier A, L'Estrade Ehrstrom B, et al. Serious gaming and gamification education in health professions: systematic review [J]. J Med Internet Res, 2019, 21(3): e12994. DOI: 10.2196/12994.

[22] Kononowicz AA, Woodham L, Georg C, et al. Virtual patient simulations for health professional education [J]. Cochrane Database Syst Rev, 2016: 19(5): CD012194. DOI: 10.1002/14651858.cd012194.

（收稿日期：2023-09-12）
（本文编辑：邬小梅）