·住院医师规范化培训·

虚拟仿真教考联动在住院医师规范化培训麻醉危机资源管理教学中的应用

陈代宇[1]　谭明河[1]　王思琦[1]　叶琳[2]　吴彬[1]　曹俊[1]
[1]重庆医科大学附属第一医院麻醉科，重庆　400016；[2]重庆医科大学教务处，重庆　400016
通信作者：曹俊，Email：caojun@hospital.cqmu.edu.cn

【摘要】　目的　研究基于aneSIM麻醉模拟操作系统结合NW13机械式困难气道管理模型的虚拟仿真教考联动模式在提升住院医师规范化培训学员危机管理能力的应用。**方法**　分别选取麻醉科进行住院医师规范化培训的2021年236名住培学员（189名非麻醉专业学员+47名麻醉专业学员）及2022年234名住培学员（184名非麻醉专业学员+50名麻醉专业学员）为对照组和试验组。对照组采用传统授课方式，试验组采用aneSIM麻醉模拟训练系统授课。两组成员均采用“表单大师”APP进行两次二维码线上理论考核及NW13机械式困难气道管理模型进行情景模拟操作训练及考核。采用SPSS 26.0进行t检验及卡方检验。**结果**　试验组住培学员第二次理论考核成绩、模拟考核焦虑程度和成绩、课程满意度、知识掌握度及能力提升度明显优于对照组住培学员（t=7.15，14.31，3.90，6.22，4.23，3.04；均P<0.05）。其中试验组非麻醉专业住培学员第二次理论考核成绩、模拟考核焦虑程度和成绩、课程教学满意度、知识掌握度及能力提升方面明显优于对照组非麻醉专业住培学员（t=7.77，5.43，3.09，5.26，3.82，2.19；均P<0.05）。同时试验组麻醉专业学员模拟考核成绩、课程教学满意度、知识掌握度及能力提升方面明显高于对照组麻醉专业学员（t=2.60，3.56，2.01，2.48；P=0.011，0.001，0.047，0.015）。**结论**　基于aneSIM麻醉模拟操作系统结合NW13机械式困难气道管理模型的虚拟仿真教考联动模式能够提升和检验住培学员困难气道管理及操作的能力，尤其适用于非麻醉专业住培学员教学，展现了其在麻醉危机资源管理教学中的应用价值。

【关键词】　虚拟仿真；　困难气道；　教学方法；　住院医师规范化培训
【中图分类号】　R614
基金项目：重庆医科大学未来医学青年创新团队支持计划（W0004）；重庆市教育科学“十三五”规划2019年度立项课题（2019-GX-381）；重庆市高等教育教学改革研究一般项目（193064）；重庆市卫健委科研项目（2022WSJK117）
DOI：10.3760/cma.j.cn116021-20230618-01907

Application of virtual simulation-based teaching-examination linkage in anesthesia crisis resource management teaching for standardized residency training

Chen Daiyu[1], Tan Minghe[1], Wang Siqi[1], Ye Lin[2], Wu Bin[1], Cao Jun[1]
[1]Department of Anesthesiology, The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China; [2]Academic Affairs Office of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China
Corresponding author: Cao Jun, Email: caojun@hospital.cqmu.edu.cn

【Abstract】　Objective　To investigate the application of virtual simulation-based teaching-examination linkage mode based on aneSIM anesthesia simulation system and NW13 difficult airway management model in improving the ability of anesthesia crisis resource management among trainees receiving standardized residency training. **Methods**　A total of 236 trainees (189 trainees with non-anesthesia majors and 47 with anesthesia majors) who received standardized residency training in Department of Anesthesiology in 2021 were selected as control group, and 234 resident trainees (184 trainees with non-anesthesia majors and 50 with anesthesia majors) in 2022 were selected as observation group. The trainees in the control group received traditional theoretical teaching, and those in the observation group received teaching with the aneSIM system. The trainees in both groups received two sessions of online theoretical assessment through the QR code in Bangboss Application, as well as situational simulation

training and assessment using the NW13 difficult airway management model. SPSS 26.0 was used to perform the *t*-test and the chi-square test. **Results** Compared with the control group, the observation group had a significantly higher score of the second theoretical assessment, significantly better degree of anxiety and score of simulation assessment, and significantly better knowledge mastery and ability improvement (t=7.15, 14.31, 3.90, 6.22, 4.23, 3.04, all P<0.05). Compared with the control group in terms of the resident trainees with non-anesthesia majors, the observation group had a significantly higher score of the second theoretical assessment, significantly better degree of anxiety and score of simulation assessment, a significantly higher degree of satisfaction with teaching, and significantly better knowledge mastery and ability improvement (t=7.77, 5.43, 3.09, 5.26, 3.82, 2.19, all P<0.05). Compared with the control group in terms of the resident trainees with anesthesia majors, the observation group had a significantly higher score of simulation assessment, a significantly higher degree of satisfaction with teaching, and significantly better knowledge mastery and ability improvement (t=2.60, 3.56, 2.01, 2.48, P=0.011, 0.001, 0.047, 0.015). **Conclusions** The mode of virtual simulation-based teaching-examination linkage based on the aneSIM anesthesia simulation system and NW13 difficult airway management model can examine and improve the abilities for difficult airway management and operation among resident trainees, especially those with non-anesthesia majors, thereby showing its application value in the teaching of anesthesia crisis resource management.

【**Key words**】 Virtual simulation; Difficult airway; Teaching method; Standardized residency training

Fund program: Chongqing Medical University Future Medical Youth Innovation Team Support Program (W0004); Chongqing Education and Science Project of 2019 in the 13th Five-Year Plan (2019-GX-381); General Research Project of Higher Education Teaching Reform in Chongqing (193064); Scientific Research Project of Chongqing Municipal Health Commission (2022WSJK117)

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20230618-01907

麻醉科医师担负着保障患者围术期生命安全、参与围术期急危重症患者救治、协同手术顺利进展等多项重要任务。完善麻醉危机理论知识、提高麻醉危机处理能力成为麻醉医师处理临床工作突发危重症的充分条件。因此有效的麻醉危机管理培训对麻醉住院医师极为重要。气道管理是麻醉医师必须熟知并掌握的技术，但是患者自身或者疾病伴随的气道病理改变会增加麻醉医师建立、管理气道的难度。快速有效并且有条理地处理预见性或者非预见性的困难气道是麻醉医师临床麻醉危机管理中的重要一环。

作为临床麻醉危机管理重要组成部分的困难气道管理，传统理论教学存在诸多问题，缺乏有效的理论与实践结合，通常造成学员在培训过程中难以系统全面地掌握困难气道的处理流程，造成教学效果欠佳[1]。情景模拟教学为麻醉危机管理培训提供了新思路，通过模拟现实情景进行授课培训，针对危机管理课程相关的内容知识进行研究讨论，在情景中不断回顾复盘，提高麻醉医师的危机管理意识及能力[2]。但以往情景模拟教学需要通过构建临床实际情景，学员根据相应剧本角色扮演进行危机流程处理，难以在课程时间内囊括所有学员作为主要危机管理者同时参与情景训练[3-4]。而且既往研究侧重于理论授课过程中进行情景模拟，忽视了在作为教学评估环节的考核过程进行情景模拟[5-6]，因此探索贯穿授课及考核全过程的虚拟仿真教考联动模式在麻醉危机管理教学的应用显得尤为必要。

本研究以困难气道管理作为麻醉危机管理的切入点，应用 aneSIM 麻醉模拟操作系统对比传统教学方法进行困难气道教学，结合 NW13 机械式困难气道管理模型进行最终操作考核，提升住院医师规范化培训学员处理麻醉危机的能力。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选取 2021 年麻醉科进行住院医师规范化培训的 236 名住培学员（包括 189 名非麻醉专业学员及 47 名麻醉专业学员）为对照组，选取 2022 年进行住院医师规范化培训的 234 名住培学员（包括 184 名非麻醉专业学员及 50 名麻醉专业学员）为试验组。对照组采用传统的理论授课方式，试验组采用 aneSIM 麻醉模拟训练系统授课。两组学生在性别（χ^2=0.01，P=0.931）、年龄（t=0.91，P=0.361）、学历（χ^2=1.15，P=0.284）、入科成绩（t=0.46，P=0.647）差异均无统计学意义。

1.2 方法

1.2.1 培训方法

两组住培学员均以第 4 版人民卫生出版社出版

的《临床麻醉学》中“困难气道的识别与处理”为教材，由同一教师进行困难气道理论授课。教学内容包括困难气道的分类、困难气道的原因、困难气道的处理规则、常用困难气道插管技术、紧急通气技术，理论授课1学时。

对照组住培学员：理论授课结束后，由教师带领观看不同临床实际困难气道处理流程影像并讲解相关重要处理流程，并且学员进行组内讨论并熟悉视频资料中相关处理流程。学时为2学时。开放NW13机械式困难气道管理模型进行困难气道气管插管操作训练，操作训练内容包括舌水肿、喉痉挛、牙关紧闭、颈部僵直等困难气道项目及纤支镜、可视喉镜、光棒等多种插管工具使用训练，学时为2学时。

试验组住培学员：理论授课结束后，授课教师讲解aneSIM麻醉模拟训练系统使用方法，辅助学员在系统上处理模拟的困难气道。操作结束后进行组内讨论，熟悉系统操作，优化处理思路，然后学员依次接替进行困难气道训练，学时为1学时。开放aneSIM麻醉模拟系统，每位住培学员针对系统中不同困难气道场景进行自由训练，强化学习，学时1学时。开放NW13机械式困难气道管理模型进行困难气道气管插管操作训练，操作训练内容包括舌水肿、喉痉挛、牙关紧闭、颈部僵直等困难气道项目及纤支镜、可视喉镜、光棒等多种插管工具使用训练，学时2学时（图1）。

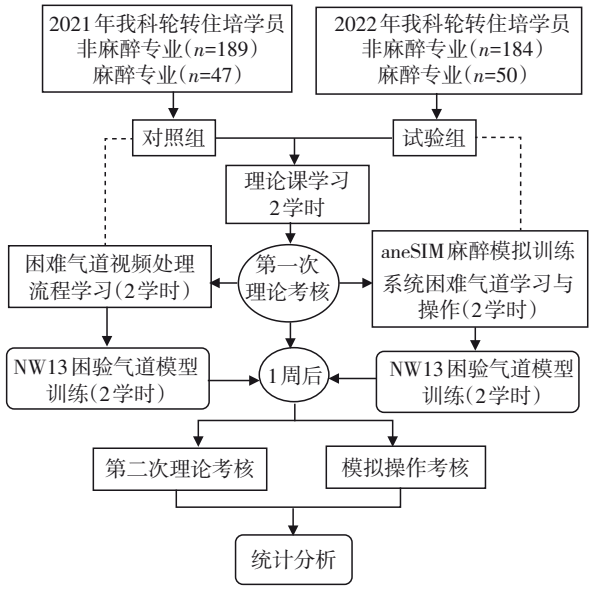


图1　学员教学考核流程图

1.2.2　效果评价

1.2.2.1　理论考核

形成性评价：理论授课结束后即时使用“表单大师”APP二维码在线答题；终末性评价：理论授课结束后1周使用“表单大师”APP二维码线上答题。理论考核内容均为授课内容（满分100分），记录考核成绩。

1.2.2.2　模拟考核

授课结束后1周，两组住培学员由授课教师统一组织进行情景模拟操作考核。情景模拟操作考核使用NW13机械式困难气道管理模型。考核前对两组住培学员均使用焦虑自评量表（self-rating anxiety scale，SAS）进行焦虑问卷测评，各题得分相加为粗分，粗分乘以1.25，四舍五入取整得到标准分，分值临界值为50分，分数越高，焦虑倾向越明显。

由授课教师随机设定困难气道模拟病例。学员根据自己所学在困难气道模拟场景里进行困难气道判断分析、气道工具选择、气道处理和困难气道相关操作，根据学员诊疗思路及操作给分（满分100分）。

1.2.2.3　调查问卷

课程结束后，由授课教师发布调查问卷，调查两组住培学员自我评价，包括知识掌握度（满分10分）、课堂教学满意度（满分5分）及困难气道处理能力提升度（满分10分）。

1.3　统计学方法

SPSS 26.0用于统计学分析。计量资料采用（均数 ± 标准差）表示，组间比较采用独立样本 t 检验；计数资料采用频数和率表示，组间比较采用卡方检验。检验水准 α=0.05。

2　结果

2.1　住培学员效果评价比较

两组住培学员在第一次理论考核中，成绩没有明显区别。但是在第二次理论考核中，试验组住培学员理论考核成绩明显高于对照组住培学员。模拟考核表现中，对照组学员表现更为焦虑，并且考核成绩较试验组学员较差。试验组学员对课程的教学方式更加满意，同时自我评价知识掌握及能力提升方面明显高于对照组（表1）。

表1　两组住培学员教学效果评价[$(\bar{x} \pm s)$，分]

项目	对照组（n=236）	试验组（n=234）	t值	P值
第一次理论考核	88.17 ± 6.30	88.88 ± 6.46	1.21	0.227
第二次理论考核	76.74 ± 7.60	82.31 ± 9.21	7.15	<0.001
焦虑评分	50.72 ± 12.07	46.24 ± 10.42	14.31	<0.001
模拟考核成绩	80.72 ± 8.30	83.68 ± 8.14	3.90	<0.001
知识掌握度	8.06 ± 0.84	8.38 ± 0.83	4.23	<0.001
能力提升度	9.17 ± 0.75	9.36 ± 0.59	3.04	0.002
教学满意度	4.36 ± 0.66	4.68 ± 0.47	6.22	<0.001

2.2 非麻醉专业住培学员效果评价比较

两组住培学员在第一次理论考核中，成绩没有明显区别。但是在第二次理论考核中，试验组住培学员理论考核成绩明显高于对照组住培学员。模拟考核表现中，对照组学员表现更为焦虑，并且考核成绩较试验组学员差。试验组学员对课程的教学方式更加满意，同时自我评价知识掌握及能力提升方面明显高于对照组（表2）。

表2 两组非麻醉专业住培学员教学效果评价[($\bar{x}\pm s$)，分]

项目	对照组（n=236）	试验组（n=234）	t值	P值
第一次理论考核	88.04 ± 6.09	88.48 ± 5.80	7.07	0.480
第二次理论考核	74.87 ± 6.33	81.25 ± 9.30	7.77	<0.001
焦虑评分	54.85 ± 9.41	49.86 ± 8.27	5.43	<0.001
模拟考核成绩	79.95 ± 8.22	82.55 ± 8.06	3.09	0.002
知识掌握度	7.93 ± 0.79	8.24 ± 0.79	3.82	<0.001
能力提升度	9.26 ± 0.70	9.40 ± 0.54	2.19	0.029
教学满意度	4.33 ± 0.69	4.66 ± 0.48	5.26	<0.001

2.3 麻醉专业住培学员效果评价比较

两组住培学员在两次理论考核中，成绩差异无统计学意义。虽然在模拟考核时两组住培学员焦虑评分差异无统计学意义，但是模拟考核成绩试验组学员更高。同时试验组学员对课程的教学方式更加满意，同时自我评价知识掌握及能力提升方面明显高于对照组（表3）。

表3 两组麻醉专业住培学员教学效果评价[($\bar{x}\pm s$)，分]

项目	对照组（n=236）	试验组（n=234）	t值	P值
第一次理论考核	88.72 ± 7.11	90.40 ± 8.32	1.06	0.290
第二次理论考核	84.26 ± 7.73	86.20 ± 7.80	1.23	0.221
焦虑评分	33.96 ± 5.64	33.12 ± 5.09	0.77	0.444
模拟考核成绩	83.82 ± 7.95	87.80 ± 7.08	2.60	0.011
教学满意度	4.45 ± 0.50	4.78 ± 0.42	3.56	0.001
知识掌握度	8.57 ± 0.83	8.90 ± 0.76	2.01	0.047
能力提升度	8.81 ± 0.85	9.20 ± 0.70	2.48	0.015

3 讨论

3.1 虚拟仿真教考联动模式在住培教育应用的必要性

麻醉医师在外科病人围手术期生命安全、医疗质量及转归预后中扮演着重要角色，对麻醉医师临床能力的要求随着时间推移变得更加严格。住院医师规范化培训是培养临床实用医学人才，为临床后续梯队力量奠定人才基础的重要措施之一[7]。住培医师的理论教育和操作实践是规范化培训中的重要环节，困难气道的理论教学能够提高困难气道管理的操作技能、危机管理技能，从而使住培医师全面、系统、从容地应对临床突发困难气道，提升这一麻醉危机管理重要环节的能力[8]。但是随着医疗模式的改变，患者在医疗过程中的维权意识增强，传统教学受到了限制，难以直接利用患者进行教学、考核[9]。医学虚拟仿真系统的出现改变了这一尴尬的境遇，通过模拟技术创造模拟患者及临床诊疗情景，从而替代真实患者进行临床教学及操作实践[10]。本团队一直致力于住院医师规范化培训中住培学员理论与操作实践的教学，随着NW13机械式困难气道管理模型及aneSIM麻醉模拟训练系统的先后引进，开展了虚拟仿真教考联动教学模式在住培学员临床麻醉危机管理教学的应用。相较于传统教学，医学模拟教学能够营造临床紧迫氛围，给予学员身临其境的感受，切实体会到临床实际的紧迫、风险、压力。

aneSIM麻醉模拟训练系统是一款基于虚拟现实技术、医学数学建模技术及数据库管理技术开发的针对住院医师规培的虚拟模拟训练系统，侧重于麻醉危机管理临床思维的训练。NW13机械式困难气道管理模型可以模拟多种危机困难气道病例，可以较好地还原遭遇真实困难气道时的操作场景。虚拟模拟训练系统与困难气道管理模型配合使用，可形成一个互为补充、各有重点的贯穿整个临床技能理论培训与模拟训练的体系。

3.2 aneSIM麻醉模拟训练系统提升住培学员麻醉危机管理的能力

本研究以困难气道作为麻醉危机管理培训的切入点，使用aneSIM麻醉模拟训练系统再现临床麻醉困难气道危机情景，试验组学员通过独立思考分析，在系统上完成困难气道处理流程。学员在操作模拟系统中再度整合课堂理论知识，分析问题、解决问题，将碎片化的知识重组为系统的、有结构的整体化知识模块，进一步加深困难气道相关知识的理解与运用，提升知识掌握度及气道管理能力[11]。这也是两组学员第一次理论成绩相差不大，而第二次理论成绩试验组学员明显更高的原因。

麻醉专业住培学员与非麻醉专业住培学员是本次研究的2个重要组成部分，由于专业背景不同，2个群体对麻醉相关理论接受程度及操作学习能力有一定差别，因此本研究也着重分析2个群体的危机管理教学效果。非麻醉专业住培学员来源于各外科专业，未进行系统的麻醉相关教育，麻醉理论知识及操作能力相对匮乏。传统困难气道培训主要通过教师讲授临床理论、演示操作及学员通过视频资料回顾加深学习，同时由于病例的随机性，在短期轮转过程中非麻醉专业住培学员在临床很难

或者无法遇到困难气道，从而无法进行深入学习[12]。aneSIM 麻醉模拟操作系统相较传统授课方式作出了全新的改变，使学员更易接受，知识点记忆也更加深刻，保持时间更久。因此非麻醉专业试验组与对照组住培学员虽然第一次理论考试成绩没有区别，但是第二次理论考试成绩明显优于对照组学员，也更能够坦然面对模拟考核，减轻焦虑。麻醉专业住培学员有部分麻醉专业知识储备，具备相应操作技能，跟随上级医师处理过困难气道，因此由于自身学习背景，理论知识丰富，即便采取了不同的理论授课方式，麻醉专业学员的2次理论考核也没有差别，同时长期的临床实践及麻醉技能考核经验使模拟考核并未对麻醉专业学员造成心理压力，两组学员的焦虑评分自然不会有差异。然而试验组麻醉专业住培学员在模拟操作考核中成绩更佳，这是由于麻醉专业住培学员很难将理论知识运用到实际操作的情况中来，在平时少见的困难气道临床处理中他们极少扮演主要处理人角色，大多时候辅助上级医师而非独立进行困难气道处理，个别病例难以使学员将理论知识与实践结合进而产生丰富的经验，所以没有参与虚拟仿真紧急气道教学的他们难以在考核中完整地、系统地、有条理地、规范化地完成操作。

3.3　NW13 机械式困难气道管理模型的应用优势

相较于其他研究，本研究将 NW13 机械式困难气道管理模型应用于情景模拟操作考核，在一定程度上还原了学员操作的真实感。一方面避免了教学考核中学员对真实病患身体潜在的损害风险，一方面较传统模拟人更能真实地体现及评价学员操作能力，让学员将 aneSIM 麻醉模拟训练系统中培养的结构化知识储备与类现实化操作相结合，形成系统架构的理论知识，在模拟考核前不焦虑，同时取得更好的成绩。

3.4　基于 aneSIM 麻醉模拟操作系统结合 NW13 机械式困难气道管理模型的虚拟仿真教考联动模式激发了住培学员的学习热情

基于 aneSIM 麻醉模拟操作系统结合 NW13 机械式困难气道管理模型的虚拟仿真教考联动模式同时在理论知识重塑及操作体验上增加了课程的趣味性，增强了住培学员的参与感，拉近了临床与课堂的距离。因此，试验组住培学员对课程的满意度明显高于对照组学员。

同时，无论非麻醉专业住培学员还是麻醉专业住培学员对虚拟仿真教考联动模式教学均非常满意，这种全新的、营造真实情境的授课方式明显更加吸引他们的注意力。虚拟仿真营造的真实临床情境能够让学员近距离地接触临床的危机重症，贴切的临床感受能够激发学员的学习热情。因为如同在临床实际中处理病情，充分调动住培学员的眼、心、耳、手，在过程中思考，在思考后处理，这种贯穿式课堂教学增加了学员对知识点的记忆，在较长时间内还能够有深刻印象。麻醉专业学员通过这种教学方式重新梳理气道危机管理知识，提高危机管理意识。麻醉知识欠缺的非麻醉专业学员加深了麻醉气道知识记忆，对麻醉的危机管理产生了浓厚兴趣。所以住培学员尤其是非麻醉专业住培学员均认为自己的气道管理知识得到了极大的提高。

利益冲突　所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明　陈代宇、谭明河、王思琦：论文构思、撰写论文；陈代宇、叶琳、吴彬：项目实施；曹俊：项目负责人、技术指导、审订论文

参考文献

[1] 苗利萍，曾静贤，张蓉，等. 可视化技术在困难气道处理教学中的应用[J]. 基础医学教育，2016，18(12)：1020-1021. DOI: 10.13754/j.issn2095-1450.2016.12.25.

[2] 郭航，陈琳，马亚群. 情景模拟教学法在麻醉危机管理教学中的应用和效果分析[J]. 中国继续医学教育，2022，14(9)：61-65. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9308.2022.09.017.

[3] 顾伟，张娟，朱蓓蓓，等. 微信联合情景模拟教学法及CBL教学法在麻醉住培医师困难气道教学中的应用[J]. 中国继续医学教育，2022，14(17)：52-57. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9308.2022.17.014.

[4] 蓝竹，杨凯，钟鸣，等. 情景模拟教学法在麻醉科住培医师临床技能教学中的应用[J]. 中国继续医学教育，2022，14(19)：68-71. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9308.2022.19.018.

[5] 王宇祺，闫秋菊，侯晓霞. 术前情景模拟应用于剖宫产手术产妇椎管内麻醉的效果分析[J]. 北京医学，2015，37(7)：707-710. DOI: 10.15932/j.0253-9713.2015.7.033.

[6] 刘孟江. 情景模拟和PBL教学法在麻醉科住院医生规范化培训中的应用[J]. 中国卫生产业，2020，17(11)：137-139. DOI: 10.16659/j.cnki.1672-5654.2020.11.137.

[7] 丁晓英，镇路明，王瑾，等. 麻醉科住院医师规范化培训的教学探索与思考[J]. 中国医学教育技术，2022，36(6)：758-761. DOI: 10.13566/j.cnki.cmet.cn61-1317/g4.202206024.

[8] 杨冬，孙忠朋，邓晓明，等. 如何开展规范化困难气道管理培训[J]. 临床麻醉学杂志，2017，33(9)：934-936.

[9] 杨冬，郅娟，邓晓明. 医学模拟教学在气道管理培训中的应用[J]. 临床麻醉学杂志，2015，31(2)：198-200.

[10] 蔡巧玲，胡大一. 医学模拟技术在临床教学中的应用[J]. 中华内科杂志，2006，45(5)：357-358. DOI: 10.3760/j.issn.0578-1426.2006.05.003.

[11] 杜学柯. 情景模拟教学法在临床医学教学中的应用[J]. 卫生职业教育，2017，35(20)：57-58.

[12] 李崎，马尔丽，刘进，等. 模拟教学提高医学生基本生命支持技能的试验研究[J]. 中国高等医学教育，2011(8)：67-69. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1701.2011.08.037.

（收稿日期：2023-06-18）
（本文编辑：唐宗顺）