

高仿真情景模拟教学提升手术麻醉团队协作与应急能力的实践与体会

孙婷 徐勇 严敏

情景模拟是通过设置一种逼真的工作场景或管理系统,由被训练者按照一定的工作要求完成一个或一系列任务,从中锻炼或考察其某方面的工作能力和水平,具有直观、形象、生动的特点^[1]。医学高仿真模拟教学以高端智能仿真模型为基础,利用各种模拟技术和手段,与现代电子技术、通信技术、计算机编程技术、多媒体技术紧密结合,再现真实的临床医学工作场景^[2]。该方法以无医疗风险、可重复练习和时间安排方便为突出优点。目前发达国家如美国、加拿大等均已应用高仿真情景模拟教学开展医务人员培训。但由于高仿真系统价格昂贵,情景模拟教学的课程设置及师资培训等成本投入很大,在我国仅在部分高校开展^[3],尚未在临床教学中真正应用。为了提高临床麻醉师、手术医师和护士的团队协作与应急能力,力争与国际高手术技术接轨,2016 年本院与加拿大阿尔伯塔大学外科仿真实验中心、中国台湾地区秀传亚洲微创手术训练中心、美国梅奥诊所合作,开展了 2 期高仿真情景模拟教学培训,取得了良好效果,现将教学实践及体会报道如下。

1 背景资料

本院麻醉科成立于 1969 年,在浙江省率先建立麻醉学教研室,现已发展成集临床、教学、科研为一体的综合性学科,在人才培养方面具备深厚的历史沉淀,是浙江省首批麻醉住院医师规范化培训基地,也是 UCLA 首个麻醉住院医师海外培训点,是浙江省麻醉学专业人才的培养摇篮。拥有先进全面的模拟仿真教学设施,如标配模拟手术间、中央控制室、可视化直播间、挪威进口 SimMan Essential 模拟仿真真人、腔镜模拟设备等先进的教学资源。

2 高仿真情景模拟教学实践

2.1 师资力量

通过美国匹兹堡大学 WISER 中心与迈阿密大学 Gordon 中心共同研发的国际知名模拟教育师资培训课程(iSIM)培训考核,并取得模拟教学导师培训结业证书的医务工作者。

2.2 培训对象

通过国家级继续教育医学项目,面向全国招收学员,要求各单位以麻醉医师为主导,匹配手术医生和手术护士各一名,组成以三人为单位的多学科合作团队参加培训。

2.3 培训内容

以 JCI 患者安全标准为基点、医院及科室规章制度为总则,内容涵盖麻醉危机资源管理(CRM)、临床麻醉技能培训、超声在麻醉领域的应用、GasMan 吸入麻醉模拟软件培训、体外循环灌注师危机资源管理、基本生命支持与高级生命支持、患者安全环境管理等团队协作救护七大方面,设计 9 项集危重症抢救、应急救援、突发事件处理为一体的模拟培训场景,见表 1。场景实例见表 2。

表 1 危重症急救模拟培训场景

场景项目	具体内容
场景 1	腔镜器械灭菌不合格 + 喉镜损坏有备用 + 外科腔镜操作训练 + 分泌物堵塞吸痰时胆心反射(如麻醉较深,备用术中抗生素迟发过敏) + 火灾
场景 2	面罩顶部漏气 + 皮囊漏气 + 外科腔镜操作训练 + 出血时停电 + 血型错误溶血反应(如正确输血,备用高钾心动过缓)
场景 3	敷料钳过期 + 喉痉挛 + 外科腔镜操作训练 + 抗生素迟发过敏 + 火灾
场景 4	器械不完整(线剪头端部分缺失) + 插管时心率下降 + 火灾 + 外科腔镜操作训练 + 出血 + 高钾心动过缓 + 停电
场景 5	安全核查表信息错误 + 麻醉知情同意书授权与签字不符合 + 插管后严重支气管痉挛 + 外科腔镜操作训练 + 皮下气肿 + 火灾
场景 6	抗生素信息错误 + 抗生素过敏 + 外科腔镜操作训练 + 气源故障 + 停电
场景 7	腔镜吸引器不完整(少螺丝) + 备用呼吸皮囊消失 + 外科腔镜操作训练 + 皮下气肿 + 火灾后停电
场景 8	腔镜吸引器不完整(少螺丝) + 喉镜损坏无备用 + 插管前支气管痉挛 + 外科腔镜操作训练 + 停电
场景 9	抗生素信息错误 + 麻醉诱导事件 + 外科腔镜操作训练 + 感染性休克 + 火灾

表 2 术中低氧、出血、急性溶血、停电的案例与应急处理 (场景 2)

患者基本信息	林某某, 男, 70 岁, 65 kg, 身高 170 cm
主诉	反复右上腹痛 2 年余, 加重 20 d
现病史	患者于 2 年前无明显诱因下出现右上腹部疼痛, 疼痛为餐后痛, 不剧, 无放射, 休息后好转。无恶心呕吐, 无皮肤黄染, 无胸闷气短等其他不适症状, 未予重视。20 d 前上腹部疼痛加剧, 并放射至右后背部, 休息无缓解。前往当地人民医院 B 超检查示“胆囊炎, 胆囊增大, 胆囊颈部泥沙样结石。”诊断为胆囊结石伴胆囊炎。予消炎补液治疗 4 d 后疼痛好转。为求进一步诊治, 遂前往本院治疗, 门诊拟以“胆囊结石伴胆囊炎”收治入院。患者病来神清, 精神可, 睡眠可, 胃纳可, 二便无殊, 近期体质量无明显增减。
既往史	患者 3 年前体检发现胆囊结石, 无明显不适症状, 未予治疗。年轻时哮喘病史, 治疗不详。1 个月前感冒病史, 咳嗽、咳痰, 已愈 2 周。 否认重大手术外伤史, 否认中毒、输血史, 否认药物过敏史, 有鸡蛋过敏史, 预防接种史随当地进行。
个人史	出生于浙江杭州, 生长于浙江杭州, 否认异地长期居留史, 文化程度初中, 职业职员, 吸烟 30 年, 约每日 20 支, 饮酒 20 年, 每日“白酒”半斤, 现未戒酒, 否认疫区居留史, 否认疫水、疫源接触史, 否认其他特殊嗜好, 否认不洁性交史, 否认长期放射性物质、毒物接触史, 否认粉尘吸入史。
手术	腹腔镜下胆囊切除术
初始设置	面罩顶部漏气 + 皮囊漏气
麻醉诱导	根据诱导剂量选择相应血流动力学变化 面罩顶部漏气 + 皮囊漏气未解决无法辅助通气, 2 min 后 SPO ₂ 下降, PETCO ₂ 设 50、血压心率上升
场景	外科出血、血袋错误 术中生命体征逐渐变化为心率 90 次/min, 血压 85/50 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa), 如有发现并提问, 则广播提示腹腔粘连严重, 胆囊剥离时渗血较多, 目前出血量约 400 ml。 广播提示胆囊动脉意外离断出血时立即停电, 心率 105 次/min、血压 65/30 mmHg。 ①使用血管活性药、加快输液等, 血压可维持 90/60 mmHg, 心率 98 次/min ②如血气分析, 广播提示“血红蛋白 7.5g/dl, pH7.28”。 ③如未输血, 则继续渗血, 情况继续恶化。 ④输血: 送入隔壁房间同名患者血袋 ⑤发现错误, 送入正确血袋, 输血后启用高钾心动过缓 ⑥未发现错误输血, 1min 内心率 135 次/min, 血压 60/30 mmHg、血氧饱和度 95% 并持续恶化。
处理	⑦溶血反应应急措施: 1) 立即停止输血, 未停止继续恶化; 2) 抗休克: 适当血管活性药、静脉输入血浆、低分子右旋糖酐或同型新鲜全血以纠正休克, 改善肾血流灌注; 3) 保护肾功能: 血压稳定时呋塞米 (速尿) 40~60 mg, 必要时每 4 小时重复用 1 次, 直到血红蛋白尿基本消失为止; 静脉滴注 5% 碳酸氢钠 250 ml 以碱化尿液, 促进血红蛋白结晶溶解, 防止肾小管阻塞; ⑧溶血反应处理后可稳定, 可维持到外科缝皮结束 ⑨溶血反应未处理, 心率失常至心跳骤停
场景 (备用高钾心动过缓)	正确血袋, 输血后高钾心动过缓, 设置心电图高钾窦律、2 min 内心率 45 次/min、血压 80/40 mmHg, 如检测, 提示血钾 7 mmol/L ①若使用血管活性药, 给与较差效果, 反复心动过缓。
处理	②持续 5 min 未停用血袋及处理高钾则引发停电并继发心跳骤停 ③立即停用血袋、处理高钾, 情况好转: 1) 10% 葡萄糖酸钙 20ml; 2) 5% 碳酸氢钠 100-200 ml; 3) 胰岛素 8~10U + 10% 葡萄糖注射液 500 ml 或 50% 葡萄糖注射液 100 ml; 4) 速尿 40~80 mg。
场景 (停电)	无通气时增加 2 min 内 SPO ₂ 设 90, PETCO ₂ 设 60, 辅助通气后解除
处理	①巡回立即开启紧急照明灯, 完成后前往开启备用电源, 致电报告护士长 ②麻醉监控患者安全, 手控呼吸, 未予处理给予相应生命体征
场景: 火灾 (开启烟雾器)	①麻醉助手致电消控中心, 致电后广播提示模拟手术室 111 ②主麻监护患者安全并准备备用氧源
处理	③巡回致电报告护士长、按警报、取灭火器灭火、协助撤离。灭火器进手术室后广播“灭火器无法扑灭, 请尽快撤离” ④紧急撤离时主刀尽快用盐水巾覆盖、洗手解锁手术床、麻醉监护患者安全, 所有人协助转运。
场景: 气源故障	通气过程中设置 2 min 内 PETCO ₂ 值上升 > 100 mmHg、血氧饱和度将至 0、血压升至 200 mmHg/120 mmHg、心率升至 150 次/min。

续表 2

处理

- ①使用备用呼吸皮囊通气可解除。
- ②如听诊, 广播提示呼吸音正常。
- ③2 min 到时未脱离麻醉机, 持续 1 min 后心律失常、心跳停止。
- ④呼末二氧化碳数值上升到 75 mmHg 前使用备用皮囊通气可 2 min 内 PETCO₂ 40 mmHg、血氧饱和度 99%、血压 90/40 mmHg、心率 60 次/min。
- ⑤PETCO₂ 数值上升到 100 mmHg 以后使用备用皮囊通气可诱发 CO₂ 排出综合征, 2min 内呼末二氧化碳 40 mmHg、血氧饱和度 99%、血压 60/25 mmHg、心率 45 次/min, 1 min 之内未正确使用血管活性药, 心跳停止。
- ⑥重复使用麻醉机重复出现。
- ⑦明确诊断后启动应急预案, 请巡回致电后勤中心, 使用备用氧源, 恢复供氧正常后重新使用麻醉机可正常工作。

2.4 培训方式

实施 2 个合作团队的小班化培训, 即 2 名麻醉师、2 名手术医师和 2 名护士。抽签确定场景 (见表 1), 在模拟手术间进行模拟手术, 届时由中央控制室的培训师按表 2 内容布置各种场景变化, 或手术室起火、漏水、停电, 或 SimMan Essential 仿真人出现大出血、缺氧等紧急情况。6 名学员需各司其职, 紧密配合, 紧急投入抢救或处理应急事件。效果 2016 年 10 月本院麻醉科举办了第一期高仿真情景模拟教学培训, 由于培训方法新颖, 32 名学员经历了前所未有的培训过程, 反响强烈, 满意度高达 100%, 并一致要求继续开展同类培训。同年 11 月本院完成第二期培训, 两期培训班总计完成 67 名学员培训, 其中医生、麻醉师、护士各 20 名, 院长及科室主任 7 名。由于培训方法新颖、技术先进, 受到了国内外同行的高度赞誉, 以及各大新闻媒体的相继报道、

3 讨论

“互联网+”概念的出现, 为教学资源的开放提供了广阔的空间^[4-5], 促进了虚拟仿真教学资源建设, 也推动了教学模式的升级和实验室信息化程度的提高。2013 年我国成立国家级虚拟仿真实验教学中心^[6], 为高等学校的航空航天、火力发电、卫星导航等教学提供了共享平台^[7-8], 以致近几年我国的航天技术迅猛发展, 已达国际领先水平。在医学教学中, 仿真模拟教学以其可重复练习而不会对患者造成危害的优点, 解决了临床实践资源短缺等问题。尽管我国尚无共享的医学仿真教学平台, 但本院采用的高仿真模拟系统结合了视屏模拟和实物模拟的优点, 它采用真人尺寸大小的模型, 在实物上模拟正常人体的解剖结构, 在生理反应和药理反应上则由计算机控制。MedSim 系统是目前世界上最常见的高仿真模拟系统之一^[9]。在本院开展的 2 期培训中, 导师及学员都深深感受到了高仿真情景模拟科技技术的先进, 在各类应急情景均能按照设定的要求完美体现, 案例智能化真实演示弥补了在真人身上无法模拟的培训短板。

钱嵘^[10]等早就明确了模拟培训技术在急诊医学能有效的训练急救小组, 提高救治工作中的应急能力。我们的 2 期模拟培训场景中不仅涉及到患者本身疾病进展、药物作用的内部安全环境, 诸如术中大出血、气道痉挛、急性肺水肿, 以及急性溶血反应、抗生素过敏等, 还涉及到医疗处置、手术器械、电、火、气等外部安全环境, 任何一处的疏漏需要整个团队紧密配合、共同协作才能让患者化险为夷, 教学培训的过程本身就是团队协作与应急水平的检

测和提升。通过 2 期实践, 学员一致表示在团队协作、分工合作方面获得了有效的提升, 由于案例设计本身由实际病例演化而来, 在各类危机突发事件的处理上尤其贴近临床, 能有效地提升危机处理应急水平。

“仿真是技术, 而不是技术水平”, 尽管高仿真模拟可以通过诸如工具、设备、场所和团队等使场景看起来更为真实, 受训者也可以通过一个特定程序中编程的生理反应, 进行响应和干预, 但是仍然无法取代或完全复制我们通过实际临床工作获得的真实患者的经验, 临床手术麻醉中的复杂情况也不能在模拟人身上完整体现^[10]; 而且由于高仿真模拟设备价格昂贵, 师资力量培训投入大, 小班化培训等原因很难进行大规模的普及推广。随着经济的发展和科技水平的提高, 相信高仿真情景模拟教学在临床及学校能得到更大地普及, 笔者也将在今后的工作中对高仿真模拟培训教学及评价方法开展进一步的研究。

参考文献

- [1] 费素定, 王小丽, 徐金梅. 急重症护理实践课情景模拟教学的设计与实施 [J]. 中华护理杂志, 2011, 6 (46): 89-591. DOI: 10. 3761/j. issn. 0254. 1769. 2011. 06. 023.
- [2] 许文涵, 孙琪, 吴亮君. 模拟教学在医学生教育中的应用 [J]. 重庆医学, 2016, 45 (2): 279-280. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-8348. 2016. 02. 049.
- [3] 黄四碧, 刘丽华, 龚向京, 等. 高级智能综合模拟人对提高急诊护理实训教学质量的效果分析 [J]. 重庆医学, 2015, 44 (32): 4603-4605. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-8348. 2015. 32. 051.
- [4] 华驰, 顾晓燕. 互联网+背景下的实验实训教学体系设计 [J]. 实验技术与管理, 2016, 33 (9): 172-176. DOI: 10. 16791/h. cnki. sjg. 2016. 09. 059.
- [5] 张岩. 互联网+教育理念及模式探析 [J]. 中国高教研究, 2016 (2): 70-73.
- [6] 刘亚丰, 苏莉, 吴元喜, 等. 虚拟仿真教学资源开放共享策略探索 [J]. 实验技术与管理, 2016, 33 (12): 137-141. DOI: 10. 16791/j. cnki. sjg. 2016. 12. 034.
- [7] 王岳, 陈忆杭. 基于 Flight Gear 的飞行仿真教学实验设计 [J]. 实验技术与管理, 2016, 33 (10): 130-134. DOI: 10. 16791/j. cnki. sjg. 2016. 10. 033.
- [8] 唐圣学, 李占凯, 陈丽. 基于 Plecs 的电力电子电路热-电仿真教学研究 [J]. 实验技术与管理, 2016, 33 (7): 126-129. DOI: 10. 16791/j. cnki. sjg. 2016. 07. 030.
- [9] 刘枫, 徐颖. 仿真模拟人在麻醉医生技能训练中的应用 [J]. 中国卫生产业, 2016, (4): 131-133. DOI: 10. 166590. cnki. 1672-5654. 2016. 04. 131.
- [10] 钱嵘, 潘曙明, 董利军. 模拟培训技术在急诊医学中的应用 [J]. 中华急诊医学杂志, 2006, 11 (15): 1053-1054. (收稿日期: 2016-09-20) (本文编辑: 何小军)