·临床教学·

# 虚拟现实技术联合案例教学在本科生前沿外科手术队基本技能教学中的应用

王俊男　程彭超　奚望　王志农　肖健
海军军医大学第二附属医院心血管外科，上海　200003
通信作者：肖健，Email：lizardxj@163.com

**【摘要】　目的**　探索虚拟现实技术联合案例教学在本科生前沿外科手术队（forward surgical team，FST）基本技能教学中的应用效果。**方法**　选取2020年1月至2021年1月在海军军医大学第二附属医院进行临床实习的42名本科学员作为研究对象，随机分为试验组和对照组，分别采用虚拟现实技术联合案例教学及传统教学进行FST基本技能教学。通过问卷调查和考核评估的方式评价教学效果。采用SPSS 23.0进行*t*检验、卡方检验或Fisher确切概率法。**结果**　问卷调查显示，两组学员对教学的整体满意度、学习中理解和实践情况、学习后记忆效果评分相近；而在理论知识提升、技能操作提升、分析解决实际问题能力的提高以及学习兴趣和积极性、学习注意力、学习互动等方面，试验组的评分优于对照组[（4.33 ± 0.26）vs.（4.17 ± 0.21），（4.32 ± 0.22）vs.（4.12 ± 0.27），（4.04 ± 0.37）vs.（3.69 ± 0.38），（4.34 ± 0.28）vs.（3.92 ± 0.43），（4.21 ± 0.35）vs.（3.81 ± 0.34），（4.18 ± 0.29）vs.（4.01 ± 0.21），*P*<0.05]。考核结果显示，试验组总评得分明显高于对照组[（85.96 ± 5.35）vs.（77.03 ± 7.29），*P*<0.001]，其中理论基础得分及技能操作得分均明显更优[（28.25 ± 4.74）vs.（25.01 ± 5.37），（57.47 ± 4.96）vs.（51.99 ± 8.03），*P*<0.05]。**结论**　虚拟现实技术联合案例教学对于本科生FST基本技能教学有独特优势，可进一步开展相关研究及应用。

**【关键词】**　虚拟现实技术；　案例教学；　临床教学；　前沿外科手术队
**【中图分类号】**　R615
**基金项目**：海军教育理论立项研究课题；海军军医大学第二附属医院教学成果立项培育项目；海军军医大学第二附属医院金字塔人才工程优秀青年医师项目
DOI：10.3760/cma.j.cn116021-20221222-01605

**Application of virtual reality technology combined with case-based learning in forward surgical team skill teaching for undergraduates**

*Wang Junnan, Cheng Pengchao, Xi Wang, Wang Zhinong, Xiao Jian*
*Department of Cardiovascular Surgery, The Second Affiliated Hospital of Navy Medical University, Shanghai 200003, China*
*Corresponding author: Xiao Jian, Email: lizardxj@163.com*

**【Abstract】　Objective**　To investigate the application of virtual reality technology combined with case-based learning in forward surgical team (FST) basic skill teaching for undergraduates. **Methods**　A total of 42 undergraduates who received clinical practice in The Second Affiliated Hospital of Navy Medical University from January 2020 to January 2021 were selected as research subjects, and they were randomly divided into experimental group (virtual reality technology combined with case-based learning for FST basic skill teaching) and control group (traditional teaching methods for FST basic skill teaching). A questionnaire survey and assessments were performed to evaluate the effectiveness of teaching, and SPSS 23.0 was used to perform the *t*-test, the chi-square test, or the Fisher's exact test. **Results**　The questionnaire survey showed that there were no significant differences between the two groups in the degree of overall satisfaction with

teaching, comprehension and practice in learning, and post-learning memory, and compared with the control group, the experimental group had significantly higher scores of improvement in theoretical knowledge (4.33 ± 0.26 vs. 4.17 ± 0.21, *P*<0.05), improvement in skill operation (4.32 ± 0.22 vs. 4.12 ± 0.27, *P*<0.05), improvement in the ability to analyze and solve practical problems (4.04 ± 0.37 vs. 3.69 ± 0.38, *P*<0.05), learning interest and enthusiasm (4.34 ± 0.28 vs. 3.92 ± 0.43, *P*<0.05), learning attention (4.21 ± 0.35 vs. 3.81 ± 0.34, *P*<0.05), and learning interaction (4.18 ± 0.29 vs. 4.01 ± 0.21, *P*<0.05). The results of assessments showed that compared with the control group, the experimental group had a significantly higher total score (85.96 ± 5.35 vs. 77.03 ± 7.29, *P*<0.05) and significantly better scores of theoretical knowledge (28.25 ± 4.74 vs. 25.01 ± 5.37, *P*<0.05) and skill operation (57.47 ± 4.96 vs. 51.99 ± 8.03, *P*<0.05). **Conclusions** Virtual reality technology combined with case-based learning has unique advantages in FST basic skill teaching for undergraduates, and related studies and application research can be conducted in the future.

**【Key words】** Virtual reality technology; Case-based learning; Clinical teaching; Forward surgical team

**Fund program:** Naval Education Theory Research Project; Teaching Achievements Cultivating Program of Changzheng Hospital of Naval Medical University; Excellent Young Physician Program for Pyramid Talent Project of 3-Year Action Plan for Talent Construction of Changzheng Hospital of Naval Medical University

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20221222-01605

前沿外科手术队(forward surgical team, FST)是机动性强,前伸配置于一线的卫勤救治单元,其职责是时效救治,主要开展紧急手术控制出血、恢复呼吸、充分固定,以挽救伤员生命或使其达到后送指征[1-2]。FST相关救护任务繁重,往往时机紧迫,对救护人员要求较高,因此,大力开展FST基本技能教学和训练,有望成为进一步提高我军卫勤保障能力的有效切入点,也可作为地方医疗机构提升临床创伤救治能力的重要举措。

通过多年实践和实战检验,以美军为代表的外军已充分依托军地医疗机构,围绕医学模拟教育为核心建立完善了FST教学训练体系[3-4]。医学模拟教育具有高效性、实用性、可重复性等优点,能在接近临床实际的虚拟场景下,实现情景化模拟教学,极大地提高教学训练效果[5]。模拟教学现已成为医学生、低年资医生等进行FST技能等战伤救护训练最重要的教学方法。虚拟现实模拟是其中最具发展潜力的载体和技术手段,用于提供虚拟场景,而案例教学作为其重要形式,可用于进一步实现实战化情景塑造。两者结合的模拟教学,正被逐步开展推广应用于我国医学各学科教育中[6-7],但尚未有在FST技能教学训练中应用的报道。近年来,我校外科学及野战外科学教研室应用虚拟现实技术联合案例教学,在本科生中开展FST基本技能规范化培训,取得良好成效,现总结如下。

## 1　对象与方法

### 1.1　研究对象

选取2020年1月至2021年1月在海军军医大学第二附属医院进行临床实习的42名海军军医大学2016级临床医学五年制专业学员作为研究对象,接受FST基本技能教学,所有参与此次教学实践的学员均已签署知情同意书,确保充分了解研究的目的和意义,了解分组教学不影响其对FST基本技能学习内容的掌握,自觉自愿地参与研究。

### 1.2　研究方法

通过随机数字表法将42名学员随机分为试验组和对照组,每组各21名学员。试验组学员平均年龄为(22.05 ± 0.76)岁,对照组学员平均年龄为(21.85 ± 0.75)岁;试验组男性17名、女性4名,对照组男性16名、女性5名;试验组学员前期测评成绩为(80.70 ± 9.06)分,对照组学员为(80.35 ± 9.11)分。两组学员年龄($t$=0.86, $P$=0.396)、性别($\chi^2$=3.62, $P$=1.000)、前期测评成绩($t$=0.13, $P$=0.901),差异均无统计学意义,具有可比性。学员的前期测评成绩为临床实习入院知识技能考核中外科基础技能部分的测评成绩。

### 1.3　教学实施

教学实施前充分了解两组学员对野战外科学、外科手术学基础等基础知识的掌握情况,利于进行

教学准备的同时进一步保证两组可比性。两组学员的教学内容均按照我校医学本科生FST基本技能教学规范，对于所要求的13项基本技能进行理论和实践教学（表1）。两组学员由相同的野战外科临床教员带教，教员均具有副高及以上职称且教龄超过10年，两组教学时数均为11学时。两组教学实施过程中包括课前预习案例或基础知识，熟悉教学设备或模型；课中教员示范操作，学员开展训练并获得反馈；以及课后学员进行自主练习巩固，教员组织考核等（图1）。




**图1**　FST基本技能整体教学实施过程

### 1.3.1　试验组教学

试验组采用虚拟现实技术联合案例教学。根据前期面向战创伤救治实际形成的本科生FST基本技能教学案例开展教学，案例中包括战现场环境情景、伤员病史、体格检查、辅助检查及临床诊断、并发症、救治原则、FST干预流程及结局等。通过将这些重要元素编入虚拟现实教学系统，呈现出将战现场环境、伤病员、操作器械用物等建模以及受伤过程、诊治和操作反馈、疗效判断等设定进行仿真模拟和有机结合的虚拟现实教学案例。在案例中，学习者首先可自主选择是否观摩伤员受伤过程，紧接着快速接近伤员，评估周围环境、询问病史、专科查体、获取检查结果，并给出诊断，完成救治操作和操作后处置。此外，所应用的虚拟现实教学系统分为演示模式和训练模式。在教学实施过程中，教员在演示模式下可以和学员共同开展案例讨论，并可示范操作过程，讲解技能操作要点等，演示完成后教员进行总结；而后，学员可在训练模式中对具体情境开展自主分析并进行决策和技能操作，系统会对学员的错误选择与不正规操作给予实时提示和纠正，训练完成后，系统给出总体评价，教员予以针对性点评，使学员详细掌握自己每次训练中的表现，并对自身不足之处可以及时改正。教学开始前，教员经集中培训充分熟悉并掌握虚拟现实教学系统的特点及操作。

### 1.3.2　对照组教学

对照组采用传统教学，即教员利用多媒体课件讲授基础知识、利用训练模型示范操作并讲解操作

**表1**　FST基本技能教学内容介绍

| 教学内容 | 目的意义 | 教学纲要 | 教学重点 | 教学要求 |
|---|---|---|---|---|
| 胸腔穿刺技术 | 掌握张力性气胸等的紧急救治 | 基本概念 | 操作流程及注意事项 | 掌握 |
| 胸腔闭式引流术 | 掌握胸部战创伤紧急救治基础 | 适用范围 | 适应症及操作要领 | 掌握 |
| 战救五项基本技术 | 夯实战现场急救操作基础，了解相关技术与FST救治的衔接 | 器材准备 | 战伤急救基本技术 | 掌握 |
| 动静脉穿刺置管术 | 掌握有创血压监测及补液途径建立 | 伤员准备 | 桡动脉及深静脉穿刺 | 掌握 |
| 静脉切开技术 | 掌握快速输血、输液途径建立 | 操作步骤 | 浅表静脉切开操作 | 掌握 |
| 经口气管插管 | 掌握战现场紧急建立人工气道方法 | 注意事项 | 紧急情况操作要领 | 掌握 |
| 呼吸机使用技术 | 熟悉危重伤员呼吸支持、全麻手术机械通气等，为进一步FST技术学习和实践奠定基础 | 并发症处置 | 常用通气模式解析 | 熟悉 |
| 体外除颤技术 | 掌握战现场环境下的基本生命支持 | | 适应症及操作要领 | 掌握 |
| 心肺复苏技术 | 掌握战现场环境下的基本生命支持 | | 适应症及操作要领 | 掌握 |
| 脾切除术 | 熟悉剖腹探查术、腹部脏器损伤控制手术处理原则和基本操作，为进一步FST技术学习和实践奠定基础 | | 伤情判断与手术操作 | 熟悉 |
| 肺楔形切除术 | 熟悉开胸探查术、胸部脏器损伤控制手术处理原则和基本操作，为进一步FST技术学习和实践奠定基础 | | 伤情判断与手术操作 | 熟悉 |
| 心电监护 | 掌握抗休克治疗以及损伤控制手术中的基本监护手段 | | 操作及临床判断 | 掌握 |
| 医患沟通技巧 | 利于了解伤情并提供战场心理支持 | | 沟通原则和方法 | 掌握 |

要点、学员利用模型进行相应实践训练等，教学中未涉及典型案例情境。

### 1.4　效果评价

#### 1.4.1　问卷调查

教学结束后，采用自编问卷对两组学员分别进行不记名调查，了解其对教学的评价。问卷包括教学满意度、学习表现和效果等方面的9个问题，每个问题项目的评价从低到高划分为1分到5分，分别表示非常不符合、不符合、一般、符合、非常符合，由学员根据自己的真实感受进行评分。

#### 1.4.2　理论基础和技能操作考核

由未参与教学实施的野战外科教员根据教学内容要求，对两组学员进行理论基础和技能操作考核。理论基础考核在全部教学内容结束后统一进行，满分为35分，主要以单项选择题及不定项选择题的形式考查FST基本技能的概念、适用范围、准备条件及并发症等。技能操作考核在每项内容教学结束后另行择期开展，主要采用案例导入式考核形式。考核时给出简要的标准化战创伤案例，学员需迅速自行判断伤情，口述需进行该项操作的必要性、操作原则和注意事项，并在规定时间内利用模型完成操作准备、操作步骤、操作后处置等，考核组根据清单要求逐项计分，得到单项技能得分，并折合为5分制分数，待全部13项考核结束后汇总为技能考核总分，满分为65分。

### 1.5　统计学方法

采用SPSS 23.0进行数据处理，计量资料以（均数 ± 标准差）表示，组间均数比较采用$t$检验；计数资料以频数和百分比[例（%）]表示，组间比较采用卡方检验或Fisher确切概率法。检验水准$\alpha$=0.05。

## 2　结果

### 2.1　教学方法评价

本研究共发放调查问卷42份，有效回收率为100.00%。结果显示，在两组学员对教学的整体满意度、学习中理解和实践情况及学习后记忆效果的比较方面，其差异均无统计学意义（$P$>0.05），而在理论知识提升、技能操作提升、分析解决实际问题能力的提高以及学习兴趣和积极性、学习注意力、学习互动等方面，试验组的反馈优于对照组，差异具有统计学意义（表2）。

### 2.2　考核成绩评估

FST基本技能考核考核中，试验组总评得分明显高于对照组（$P$<0.001），其中理论基础得分方面（$P$=0.049）及技能操作得分方面（$P$=0.011），试验组均明显更优。试验组胸腔穿刺技术、胸腔闭式引流术、动静脉穿刺置管术、静脉切开技术、经口气管插管、呼吸机使用技术、脾切除术及肺楔形切除术等方面操作技能考核成绩明显优于对照组（$P$<0.05），而战救五项基本技术、体外除颤技术、心肺复苏技术、心电监护、医患沟通技巧等方面考核两组差异无统计学意义（表3）。

## 3　讨论

### 3.1　虚拟现实技术联合案例教学有利于提高学员学习主观能动性

由于相关领域专业性、实践性强，FST技能教学要求学习对象具备扎实的理论基础及良好的动手能力，学习难度较大，使得在传统教学中，学生可能出现感到畏难、学习兴趣下降等情况，教学实践难以实现满意的效果。本研究发现，虚拟现实技术联合案例教学可以显著提高本科生学习的主观能动性，特别表现在学习兴趣和积极性、学习注意力、学习互动活跃程度等的提升。一方面，这可能由于虚拟现实技术的应用可以为学生提供一种互动的、自由的教学环境，从而提高了学生的学习动机[8-9]。另一方面，本次教学中，以战创伤实战化救治为主线，

表2　两组学员对教学方法评价比较[$n$=21，($\bar{x}$ ± s)，分]

| 评价项目 | 试验组 | 对照组 | $t$值 | $P$值 |
|---|---|---|---|---|
| 对教学整体感觉满意 | 4.21 ± 0.39 | 3.98 ± 0.50 | 1.66 | 0.104 |
| 教学使理论基础掌握显著提升 | 4.33 ± 0.26 | 4.17 ± 0.21 | 2.19 | 0.034 |
| 教学使技能操作实践显著提升 | 4.32 ± 0.22 | 4.12 ± 0.27 | 2.63 | 0.012 |
| 教学有助于分析和解决实际问题 | 4.04 ± 0.37 | 3.69 ± 0.38 | 3.02 | 0.004 |
| 学习中有浓厚的兴趣和积极性 | 4.34 ± 0.28 | 3.92 ± 0.43 | 3.75 | <0.001 |
| 学习中始终保持注意力 | 4.21 ± 0.35 | 3.81 ± 0.34 | 3.76 | <0.001 |
| 学习中师生间互动活跃 | 4.18 ± 0.29 | 4.01 ± 0.21 | 2.18 | 0.036 |
| 学习中理解和实践良好 | 4.15 ± 0.41 | 3.94 ± 0.52 | 1.45 | 0.154 |
| 学习后记忆牢固 | 4.25 ± 0.29 | 4.20 ± 0.22 | 0.63 | 0.533 |

**表3**　两组学员FST基本技能考核成绩比较[$n$=21,($\bar{x}\pm s$),分]

| 考核项目 | 试验组 | 对照组 | $t$值 | $P$值 |
|---|---|---|---|---|
| 总评得分 | 85.96 ± 5.35 | 77.03 ± 7.29 | 4.53 | <0.001 |
| 理论基础得分 | 28.25 ± 4.74 | 25.01 ± 5.37 | 2.03 | 0.049 |
| 技能操作得分 | 57.47 ± 4.96 | 51.99 ± 8.03 | 2.66 | 0.011 |
| 胸腔穿刺技术 | 4.17 ± 0.32 | 3.92 ± 0.41 | 2.20 | 0.033 |
| 胸腔闭式引流术 | 4.09 ± 0.36 | 3.82 ± 0.47 | 2.09 | 0.043 |
| 战救五项基本技术 | 3.87 ± 0.53 | 3.65 ± 0.62 | 1.24 | 0.224 |
| 动静脉穿刺置管术 | 3.97 ± 0.29 | 3.69 ± 0.55 | 2.06 | 0.046 |
| 静脉切开技术 | 4.01 ± 0.45 | 3.68 ± 0.57 | 2.08 | 0.044 |
| 经口气管插管 | 4.14 ± 0.33 | 3.61 ± 0.48 | 4.17 | <0.001 |
| 呼吸机使用技术 | 3.92 ± 0.28 | 3.59 ± 0.44 | 2.90 | 0.006 |
| 体外除颤技术 | 3.98 ± 0.34 | 3.84 ± 0.54 | 1.01 | 0.321 |
| 心肺复苏技术 | 4.08 ± 0.53 | 4.09 ± 0.48 | −0.06 | 0.949 |
| 脾切除术 | 3.99 ± 0.42 | 3.54 ± 0.59 | 2.85 | 0.007 |
| 肺楔形切除术 | 3.87 ± 0.35 | 3.43 ± 0.67 | 2.67 | 0.011 |
| 心电监护 | 4.12 ± 0.53 | 4.09 ± 0.52 | 0.19 | 0.854 |
| 医患沟通技巧 | 4.01 ± 0.47 | 4.17 ± 0.61 | −0.95 | 0.347 |

借助案例教学有效衔接野战外科学理论知识和FST基本技能学习内容，可以使学生深刻了解到相关理论基础和技能操作在实践中的应用场景和模式等，强烈感受到学以致用的重要性，进而调动学生学习欲望，激励自主学习意识，实现课堂效果提升、教学效率提高等。

**3.2**　虚拟现实技术联合案例教学有利于提高学员技能领悟和实践

既往研究显示，虚拟现实技术在医学教育中的应用对学生的知识领悟、技能实践以及短期和长期记忆比传统教学更有益[10-12]。本研究显示，虽然在学习后记忆效果方面，试验组和对照组的主观评价接近，但两组无论理论基础成绩还是技能考核成绩均存在差异，尤其是在较复杂的FST基本技能考核项目中有所体现。因此可认为虚拟现实技术联合案例教学在实际学习效果提升上存在明显优势。这可能由于用于医学培训的虚拟现实系统具有高仿真性，利于教学内容理解；制约因素少，有利于反复练习；具备实时反馈，利于形成良好的认知与训练模式等特点。此外，本研究在虚拟现实技术应用的基础上，引入实践性强的真实世界案例穿插在教学训练全过程中，利于学习过程中知识和技能的储备的充分调动，也为学习效果提升发挥显著作用。

**3.3**　虚拟现实技术联合案例教学有利于培养学员解决实际问题的能力

作为卫勤保障发展的新趋势，FST强调将救治力量前伸，将外科手术干预置于战创伤发生后的急救和早期救治阶段，通过“救命”性手术、损伤控制手术、手术复温等措施，能够显著降低伤死率[3]。FST需要野战外科医师具有完备的知识体系、娴熟的临床技能以及良好的临床思维，尤其对于诊治过程中迅速采集、分析和归纳相关信息，进行判断和决定的能力要求更高[13]。对于刚刚进入临床实习的本科生而言，其基础知识往往较为牢固，但缺乏主动思考和解决实际问题的能力，这可能与既往各医学课程主要采用灌输性的、被动性的传统讲授教学模式相关[14]。

研究结果显示，在分析和解决实际临床问题方面，试验组学员自我评价更高。本研究采用的虚拟现实技术联合案例教学，在虚拟现实教学系统中提供充实的引导式内容，要求学生迅速进行分析和决策，在强化FST基本技能操作的同时，训练学生的临床思维；此外，所应用的案例教学注重有效模拟真实情境，使得学生主动将所学FST基本理论和技能应用于处理实际战创伤案例，有助于增强学生在真实的救治环境下对于野战外科多学科综合知识的掌握和应用，同时培养学生的独立思考能力和应急处突能力，并且有利于激发其自主学习和实践的意识。

**利益冲突**　所有作者声明无利益冲突

**作者贡献声明**　王俊男：课题设计、教学实施和论文撰写；程彭超：文献查阅和论文撰写；奚望：教学实施、数据收集和统计分析；王志农、肖健：课题设计和论文审校

**参考文献**

[1] 刘伟，李丽娟. 2020年美军战伤救治进展[J]. 解放军医院管理杂志，2021，28(7)：690-693. DOI: 10.16770/J.cnki.1008-9985.2021.07.030.

[2] 谈梦伟，卢正茂，白一帆，等. 前沿手术队和损伤控制性手术在海战伤救治中作用的思考[J]. 西南国防医药，2019，29(11)：1160-1161. DOI: 10.3969/j.issn.1004-0188.2019.11.028.

[3] 曾梦容，相阳，申晓军，等. 海上前沿外科手术队培训研究现状及展望[J]. 海军医学杂志，2020，41(3)：356-358. DOI: 10.3969/j.issn.1009-0754.2020.03.036.

[4] Allen CJ, Straker RJ, Murray CR, et al. Recent advances in forward surgical team training at the U.S. army trauma training department [J]. Mil Med, 2016, 181(6): 553-559. DOI: 10.7205/MILMED-D-15-00084.

[5] 徐蕴. 2010—2019年国际医学教育研究文献的可视化分析[J]. 医学与社会，2021，34(6)：130-135. DOI: 10.13723/j.yxysh.2021.06.026.

[6] 毕卫云，朱财林. 利用医学虚拟模型设备开展临床技能培训的探讨[J]. 中国医疗设备，2021，36(11)：140-143. DOI: 10.3969/j.issn.1674-1633.2021.11.032.