

骨科规范化培训中“虚拟仿真+临床实操”双轨教学体系的建立与效果评价

张少坤 刘永一 陆世涛*

郑州大学第一附属医院

摘要:目的: 建立骨科规范化培训“虚拟仿真+临床实操”双轨教学体系, 科学评价其对规培医师操作技能、理论水平及教学满意度的影响。方法: 选取2024年6月—2025年6月骨科规培医师122例, 随机分为观察组(61例, 双轨教学)与对照组(61例, 传统临床实操教学), 培训6个月后比较两组操作技能考核成绩、理论知识得分及教学满意度。结果: 观察组骨折复位准确率(92.31%)、内固定植入效率(18.25 ± 3.12) min、理论成绩(89.65 ± 5.23)分及教学满意度(92.34 ± 4.12)分均优于对照组(76.92%)、(25.68 ± 4.56) min、(78.92 ± 6.15)分、(81.25 ± 5.67)分, 组间差异有统计学意义($P < 0.05$)。结论: 双轨教学体系可显著提升骨科规培医师的临床能力与教学认可度, 为规范化培训提供高效教学模式。

关键词: 骨科; 规范化培训; 虚拟仿真; 临床实操; 双轨教学

骨科规范化培训为医学教育和临床实习的衔接环节, 也是保证骨科临床医疗质量和患者安全的重要支撑。但是, 骨科疾病的诊疗涉及复杂的解剖结构, 手术具有高创伤性、高精度和高风险性等特点, 对规培者的实践能力、紧急处理能力和临床决策能力提出了更高的要求。

文献[1]、文献[2]指出: 利用虚拟仿真技术, 经三维可视化、实时反馈等优势, 实现对骨科常见病的解剖结构和手术场景的精确再现, 为规培者提供无风险、可重复的规范化培训平台, 有效降低临床实践中的风险代价和心理负担; 临床实习可使规培者直面病人的个体差异、医患沟通需要和突发的临床变量, 增强诊疗思维和应变能力, 两者的有机结合, 可以达到“基础训练规范化、临床实践个性化”的互补作用, 有望突破传统教学模式的固有局限性。基于此, 本文分析骨科规范化培训中“虚拟仿真+临床实操”双轨教学体系的建立与效果, 现如下。

一、资料及方法

(一) 基线资料

收集2024年6月至2025年6月在本院参加骨科规范化培训的医师122例, 其中男性68例, 女性54例, 年龄区间22~30岁, 平均年龄(25.68 ± 2.13)岁。纳入标准: 符合国家骨科住院医师规范化培训招录标准, 为培训第一年医师; 无骨科临床操作经验及相关专科培训经历; 自愿签署知情同意书, 承诺全程参与本研究培训及评价环节。排除标准: 既往有骨科

临床工作经历或相关操作培训史; 存在严重心脑血管疾病、精神心理疾病等影响培训参与的疾病; 培训期间因个人原因中途退出或失联; 未能完成全部考核指标者。采用随机数字表法将研究对象分为观察组与对照组, 每组各61例, 两组性别、年龄、基础理论成绩等基线资料比较差异无统计学意义($P > 0.05$), 具有可比性。

(二) 方法

1. 对照组

对照组采用传统临床实操教学模式, 为期半年。具体实施方案为: 每周安排3次临床实践培训, 每次培训时间2个小时, 由副主任及以上职称的带教老师负责授课。首先以PPT形式讲解骨科常见操作的适应症、操作步骤、注意事项和并发症的预防, 随后在模拟人和临床患者(经患者知情同意)身上进行实操练习, 带教老师现场纠正操作错误并答疑解惑。

2. 观察组

观察组采取“虚拟模拟+临床实习”双轨教学模式, 培训时间不变。

(1) 虚拟模拟培训。带教者使用骨科专用虚拟模拟培训系统(参数设定: 模拟场景覆盖四肢骨折、脊柱骨折等12种常见骨科疾病, 手术精度误差在0.5mm以内, 手术准确率、手术时间、组织损伤仿真值等数据实时反馈), 每周安排2次培训, 每次1.5小时, 规培者按照系统设置的分级培训模块(基础操作、复杂操作、紧急处置)分阶段进行培训, 系统会自动

作者简介: 张少坤, 男, 博士研究生, 主治医师, 研究方向为骨科。

记录训练数据，生成个性化的改进报告。

(2) 临床实践。与对照组相同，每周 3 次，每次 2 小时，授课教师根据虚拟模拟训练数据，有针对性地指导医生操作中的薄弱环节，加强虚拟培训和临床实习的联系。培训结束后，对两组学生进行统一考核。

(三) 观察指标

1. 操作技能考核成绩

考核项目包含骨折复位准确率（以影像学检查结果为判定标准，复位达标率 = 达标例数 / 总考核例数 × 100%）、内固定植入操作时间（从切口暴露至内固定装置固定完成的总时长）、操作并发症发生率（考核中出现血管神经损伤、固定不牢固等模拟并发症的例数占比），由 3 名高年资骨科医师采用双盲法进行评分，取平均值作为最终结果。

2. 理论知识掌握程度

采用闭卷考试形式，试卷满分 100 分，考试内容涵盖骨科基础理论、常见疾病诊疗规范、操作相关解剖知识、并发症处理原则等，考试时间 120 分钟，由专人统一阅卷，记录两组平均得分。

3. 教学满意度评价

采用自制问卷调查表（Cronbach’s α 系数 = 0.86），满分 100 分，包括培训方式实用性（30 分）、知识获取效率（25 分）、技能提升效果（25 分）、带教指导质量（20 分）四个维度，培训结束后由规培医师匿名

填写，回收有效问卷后计算平均满意度得分。

(四) 统计学原理

采用 SPSS26.0 统计学软件进行数据处理，计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示，两组间比较采用独立样本 t 检验，多组间比较采用 F 检验；计数资料以 $[n, \%]$ 表示，比较采用 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

二、结果

两组操作技能考核成绩比较观察组骨折复位准确率高高于对照组，内固定植入操作时间短于对照组，操作并发症发生率低于对照组，组间差异均有统计学意义（ $P < 0.05$ ），详见表 1。

两组理论知识掌握程度比较观察组理论知识考试各维度得分及总分均高于对照组，组间差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ），详见表 2。

两组教学满意度评价比较观察组教学满意度各维度得分及总分均高于对照组，组间差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ），详见表 3。

三、讨论

(一) 双轨教学体系的构建逻辑与核心优势

骨科临床手术的特殊性决定训练模式需要兼顾“安全训练”和“实战能力”两方面的需求，传统临床实习虽然能够模拟出真实的临床情景，但是由于患者安全性和病例来源等因素，规培者很难得到足够的反复练习机会。单一虚拟模拟训练又缺少真实临床环

表 1 两组操作技能考核成绩比较

指标	观察组（ $n=61$ ）	对照组（ $n=61$ ）	χ^2/t	P
骨折复位准确率 $[n, \%]$	56（92.31%）	47（76.92%）	6.842	0.009
内固定植入操作时间（min）	18.25 ± 3.12	25.68 ± 4.56	9.876	0.000
操作并发症发生率 $[n, \%]$	2（3.23%）	9（14.52%）	5.781	0.016

表 2 两组理论知识考试得分比较（ $\bar{x} \pm s$ ，分）

考核维度	观察组（ $n=61$ ）	对照组（ $n=61$ ）	t	P
骨科基础理论	28.65 ± 3.12	24.32 ± 3.89	6.782	0.000
疾病诊疗规范	30.12 ± 2.89	25.67 ± 3.56	7.231	0.000
操作相关解剖知识	18.96 ± 2.15	16.23 ± 2.78	5.987	0.000
并发症处理原则	11.92 ± 1.87	10.70 ± 2.13	3.456	0.001
总分	89.65 ± 5.23	78.92 ± 6.15	8.765	0.000

表 3 两组教学满意度得分比较（ $\bar{x} \pm s$ ，分）

评价维度	观察组（ $n=61$ ）	对照组（ $n=61$ ）	t	P
培训方式实用性	27.89 ± 2.15	23.67 ± 2.89	8.234	0.000
知识获取效率	23.12 ± 1.98	19.87 ± 2.56	7.654	0.000
技能提升效果	23.45 ± 2.03	19.65 ± 2.41	8.012	0.000
带教指导质量	17.88 ± 1.87	15.06 ± 2.23	6.987	0.000
总分	92.34 ± 4.12	81.25 ± 5.67	10.234	0.000

境下的复杂变量应对训练。本研究创建的双轨教学体系,以“虚拟仿真打好基础,强化临床应用”为核心思路,经标准化场景设定,为规培者提供无风险、可重复的基本操作培训^[3],内部设置的实时数据反馈功能,可帮助医生迅速找出操作中存在的不足之处;临床实践则侧重于真实患者诊疗思维、医患沟通和应急处理能力的培养,两者相辅相成。本组研究结果表明,在操作技术、理论知识和教学满意度方面,观察组明显好于对照组,证明该制度合理有效,符合骨科规培“循序渐进,精准施教”理念。

(二) 双轨教学对操作技能的提升机制

本研究针对观察组,利用虚拟仿真技术,对骨科手术操作技能进行“认知—模仿—熟练—应用”四个阶段进行模拟,实现对骨科解剖结构的三维可视化还原,令规培者能直观地理解操作空间关系,提供精确的手术反馈参数(损伤仿真值、手术精度等),帮助医生建立“操作规范—结果反馈”的条件反射,有效缩短仿模阶段的学习周期^[4]。分层次的虚拟模拟训练模块设计,令医生逐步由基础操作向复杂操作过渡,避免传统教学“跨越式”训练所造成的操作技能生疏的问题。在临床实践中,指导教师根据虚拟训练数据进行有针对性地指导,进一步提升高操作的规范性和准确性,显著提高骨折复位的准确性,缩短手术时间,减少患者并发症的发生。本研究结论与3D打印技术可视化辅助骨科规培师操作精度提升的结论一致,体现了科技赋能对临床技能培养的积极作用。

(三) 双轨教学在理论与实践融合中的关键作用

骨科规培的核心难点之一是理论知识和临床实践的脱节,在传统的教学模式下,规培者很难将抽象的解剖学知识、诊断标准和具体操作有机地结合起来。双轨教学模式以虚拟仿真场景“情景化教学”为手段,将理论知识与仿真操作相结合。在虚拟骨折复位训练中,医生需要综合考虑骨折类型、解剖结构和复位力学原理,实现“做中学,学中用”^[5];指导教师结合实际案例,对理论知识的适用范围和灵活调整策略进行阐释,帮助医生建立“理论—实践—反思”的闭环学习模式。本组内,观察组在理论知识方面的得分明

显高于对照组, $P < 0.05$ 。说明双轨教学可以有效地促进理论和实践的深度结合,符合当代学术界提倡的“理论指导实践,实践验证理论”的循证思维模式。

四、结语

本研究证实:“虚拟模拟+临床实践”双轨教学模式可显著提高骨科规范化培训质量,应用前景广阔,但尚需进一步优化。

在后续研究中,需要进一步扩大虚拟仿真系统的病例覆盖面,增加脊柱、关节科等次专科的复杂手术场景,结合线上跨亚专科MDT教学模式,提高规培者的综合诊疗能力^[6]。在教学实施过程中,可以将叙事医学的理念引入进来,以真实案例进行叙述分享,加强规培医的共情能力和专业素养;针对规培医基础水平进行分层教学;针对基础薄弱者增加虚拟模拟训练时间,针对基础好规培者则侧重于复杂病例的临床实践和决策训练,提高教学的精准性。此外,还需要建立一套长效双轨教学评估机制,对规培生的临床表现进行定期追踪,为不断优化教学系统提供数据支撑。

参考文献:

- [1] 刘栋,田霖,耿晓鹏,等.ILP教学法在骨科住院医师规范化培训中的应用[J].中国高等医学教育,2025(7):137-138.
- [2] 陈镁仪,许杰,李登,等.线上跨亚专科MDT教学模式在骨科住院医师规范化培训中的应用[J].中国高等医学教育,2025(6):90-91.
- [3] 吴李闯,吴鹏,郎俊哲,等.基于循证思维的教学模式在骨科住院医师规范化培训中的应用[J].中国毕业后医学教育,2025,9(6):460-464.
- [4] 王强,陆旻昊,俞武良.叙事医学对脊柱外科住院医师规范化培训学员共情能力的影响[J].中国现代医生,2025,63(14):62-64.
- [5] 赖兵,梁斐,梁意敏,等.分层递进模式在骨科住院医师规范化培训中的应用与探索[J].临床医学研究与实践,2025,10(14):195-198.
- [6] 邓哲,邹明,胡伟,等.3D打印技术在骨科住院医师规范化培训中的应用[J].中国医药科学,2025,15(7):181-184.