·临床教学·

# “立体整合、医患共教、模拟实操”教学模式在脊柱外科教学中的应用

庄乾宇[1]　惠尚懿[2]　李欣培[3]　汪焰恩[3]　王炜[1]　姜英姿[4]　罗林枝[4]　张勤[5]
[1]中国医学科学院北京协和医院骨科，北京　100730；[2]中国医学科学院北京协和医院麻醉科，北京　100730；[3]西北工业大学机电学院，西安　100124；[4]中国医学科学院北京协和医院教育处，北京　100730；[5]中国医学科学院北京协和医学院，北京　100730
通信作者：张勤，Email：zhangqinpumc@hotmail.com

**【摘要】 目的**　探讨“立体整合、医患共教、模拟实操”教学模式在脊柱外科教学中的应用及效果。**方法**　选取2021年在北京协和医院外科实习的临床医学八年制学生64名作为研究对象。按照随机数字表法将其分为试验组（33名）与对照组（31名），试验组采用“立体整合、医患共教、模拟实操”的新教学模式，对照组采用常规教学方案。教学效果评价指标包括理论测试、解剖结构辨识测试及问卷调查分析。应用SPSS 22.0软件进行配对 $t$ 检验及两独立样本 $t$ 检验。**结果**　试验组授课后理论测试成绩（51.25 ± 6.99）分及解剖结构辨识成绩（37.56 ± 1.83）分均高于对照组（42.46 ± 6.13）分和（30.37 ± 3.46）分，差异有统计学意义（$P$<0.001）。调查问卷有效回收率100%，问卷结果显示：试验组在教学吸引力、课堂专注度、学习兴趣、学习效率、解剖辨识能力、发现解决问题能力及总体教学方式满意度方面均高于对照组（$P$<0.05）。**结论**　“立体整合、医患共教、模拟实操”教学模式可有效提高学生理论知识、学习兴趣、学习效率、实践操作和发现解决问题的能力，值得推广。

**【关键词】** 立体整合；　医患共教；　3D打印；　教学模型；　脊柱外科；　临床教学
**【中图分类号】** R68
**基金项目：**中国医学科学院研究生教育教学改革项目（10023201800105）；北京协和医学院研究生教学改革项目（PUMC-GS-2015005）；北京协和医学院本科生教学改革项目（2015zlgc0122）；北京协和医学院课程思政教学项目（2022kcsz0104）
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20220305-01249

**Study on the application effects of the mode of "Multidisciplinary integration, Doctors & patients co-teaching, Simulated practice" in the teaching of spinal surgery**

*Zhuang Qianyu[1], Hui Shangyi[2], Li Xinpei[3], Wang Yanen[3], Wang Wei[1], Jiang Yingzi[4], Luo Linzhi[4], Zhang Qin[5]*
*[1]Orthopedics Department, Peking Union Medical College Hospital, Chinese Academy of Medical Science & Peking Union Medical College, Beijing 100730, China; [2]Anesthesiology Department, Peking Union Medical College Hospital, Chinese Academy of Medical Science & Peking Union Medical College, Beijing 100730, China; [3]Mechatronics School, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 100124, China; [4]Department of Education, Peking Union Medical College Hospital, Chinese Academy of Medical Science & Peking Union Medical College, Beijing 100730, China; [5]Chinese Academy of Medical Science & Peking Union Medical College, Beijing 100730, China*
*Corresponding author: Zhang Qin, Email: zhangqinpumc@hotmail.com*

**【Abstract】 Objective**　To explore the application effects of the mode of "Multidisciplinary integration, Doctors & patients co-teaching, Simulated practice" in the teaching of spinal surgery. **Methods**　A total of 64 eight-year program clinical medical students who practiced in Peking Union Medical College Hospital in 2021 were taken as research objects and randomly divided into experimental group ($n$=33) and control group ($n$=31). The experimental group received the new teaching mode of "Multidisciplinary integration, Doctors & patients co-teaching, Simulated practice", and the control group received regular

teaching mode. At the end of teaching, the teaching effects were evaluated from several aspects, including the scores of theoretical examinations, anatomical marks identification tests, and anonymous questionnaires. SPSS 22.0 software was used for paired *t*-test and two independent-samples *t*-test. **Results** The theoretical test scores [(51.25 ± 6.99) points] and anatomical structure identification scores [(37.56 ± 1.83) points] of the experimental group were higher than those of the control group [(42.46 ± 6.13) points and (30.37 ± 3.46) points], and the differences were statistically significant ($P$<0.001). The effective recovery rate of the questionnaire was 100%. The results of the questionnaire showed that the experimental group was significantly higher than the control group in terms of teaching attractiveness, attention, learning interest, learning efficiency, anatomical identification ability, problem-finding and problem-solving ability and overall teaching method satisfaction ($P$<0.05). **Conclusion** The teaching mode of "Multidisciplinary integration, Doctors & patients co-teaching, Simulated practice" can effectively improve students' theoretical knowledge, learning interest, learning efficiency, operation proficiency and problem-finding and problem-solving ability, which is worth promoting.

【**Key words**】 Multidisciplinary integration;　Doctors & patients co-teaching;　3D printing;　Teaching mode;　Spine surgery;　Clinical teaching

**Fund program:** Postgraduate Education and Teaching Reform Project of Chinese Academy of Medical Sciences (10023201800105); Postgraduate Education and Teaching Reform Project of Peking Union Medical College Hospital (PUMC-GS-2015005); Undergraduate Education and Teaching Reform Project of Peking Union Medical College Hospital (2015zlgc0122); Curriculum-based Political and Awareness Education Project of Peking Union Medical College (2022kcsz0104)

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20220305-01249

脊柱外科教学中一直存在诸多挑战，主要包括以下4点：一是涉及范围广。脊柱内部的脊髓神经功能复杂，涉及多学科整合知识，很多内容已超出骨科医生的知识范畴和体系[1-2]。二是理解难度大。脊柱疾病的表现多种多样，往往是各种骨骼、肌肉、神经相关症状的不同排列组合，对于医学生来说单纯抽象理解难度很大，需要理论结合实际[3-4]。三是空间想象困难。脊柱外科在诊断和治疗过程中非常注重对于三维立体解剖的理解和掌握，在此过程中学生经常抱怨三维空间想象困难[5]。四是操作风险高。脊柱毗邻脊髓和重要血管，术中操作稍有不慎就会导致患者瘫痪、死亡等灾难性后果，教师往往不敢在术中让学生放手操作，这给教学增加了极大难度[6]。为针对性地解决以上问题，本研究开展了“立体整合、医患共教、模拟实操”教学模式，并对新教学模式的实施效果进行研究分析。

## 1　对象与方法

### 1.1　研究对象

选取2021年在北京协和医院外科实习的临床医学专业（八年制）学生共64名作为研究对象，按随机数字表法将其分为试验组（33名）与对照组（31名）。其中，试验组男性14名、女性19名，年龄（23.2 ± 1.2）岁；对照组男性13名、女性18名，年龄（22.8 ± 1.4）岁。两组学生在性别、年龄、医学学习进度方面差异均无统计学意义（$P$>0.05），具有可比性。所有学生在知情同意的基础上，自愿参与本研究。

### 1.2　研究方法

#### 1.2.1　对照组教学方法

对照组利用多媒体幻灯片及动画，以图文并茂、动静结合的方式，讲解脊柱外科的理论知识、操作流程及技术规范等；利用教材中的插图、课堂上绘制的板图、解剖图谱及教学挂图等向学生展示脊柱形态及组织结构，讲解手术过程；利用解剖模型、尸体解剖标本展示脊柱解剖结构；通过临床案例启发学生互动，增强学生临床思辨能力。

#### 1.2.2　试验组教学方法

试验组采用“立体整合、医患共教、模拟实操”模式开展脊柱外科教学，具体方法如下。

第一，立体整合。本研究整合了与脊柱外科疾病密切相关的骨科、解剖、影像和康复4个领域的骨干教师，全方位、立体地围绕同一脊柱疾病，在同一总体思路下，从不同角度引导学生主动学习，介绍前沿进展。首先是骨科医生介绍疾病的发病机理；然后是解剖学教师详细介绍疾病相关的解剖知识，放射科教师介绍疾病的影像解剖；最后是康复科教

师介绍相关的肌肉构成和康复学基础知识。4位教师在整个课堂上的各个环节中有机、密切地配合，从而让学生建立一种整合观、全局观来理解疾病本质。

第二，医患共教。与传统病例讨论不同，在试验组课堂上，病人是病例教师，与4位授课教师共同备课，预先进行教学设计。在课堂上，按照预先设计的流程，病人生动描述自己的症状体征、临床表现、患病经历及心路历程，并层层深入地逐步提出多个临床问题，病人的感受、需求和愿望引领整个教学过程的思考和学习。围绕病人提出的每个临床问题及诉求，4位教师从各自不同角度引导学生进行思考和回答，分别从各自领域引入前沿发现和相关研究，从而推动课程的进展。

第三，模拟实操。采用自主研发的三维打印增材制造技术制备高仿真脊柱教学模型，内部高度仿真骨质内微细结构，可最大限度模拟手术中置钉、截骨的操作手感。模型外层皮质骨使用α-氰基丙烯酸乙酯（ethyl α-cyanoacrylate，α-NBCA）粘结生物陶瓷粉末制备皮质骨，兼具良好的强度和韧性。模型内部松质骨结构部分使用聚乙烯醇（polyvinyl alcohol，PVA）粘结生物陶瓷，同时灌注聚氨酯泡沫材料，不仅实现人骨的密质-松质力学梯度仿生，更有直观的内部松质骨结构。通过控制胶水喷洒量可实现模型不同部位力学性能差异，从而实现对密质骨-松质骨力学梯度的制造。在课堂上设计模拟实操环节，课堂测验表现突出的学生在指导下进行操作。通过同屏技术同步投影到大屏幕，所有学生都能够同时观摩学习。课后所有学生都可以独立进行操作，体验松质骨的钉道制备手感、椎板切除等基本手术操作。

### 1.3　教学评价方法

在授课前后分别对试验组及对照组学生进行客观临床考核，内容包括理论考核测试（60分）及解剖结构辨识考试（40分）。授课后对两组学生以匿名调查问卷方式进行教学效果调查，调查指标包括课堂专注度、教学吸引力、学习兴趣、学习效率、空间思维能力、解剖辨识能力、自学能力、发现解决问题能力、总体教学方式满意度。进一步在试验组内评价对于立体整合、医患共教、模拟实操3方面教学模式的满意度。调查问卷内每个问题均设置5级评分：1分为非常不同意，2分为不同意，3分为基本同意，4分为同意，5分为非常同意。为避免培训者的评价客观性受主观因素的影响，研究者主要负责课堂教学及实操带教，不参与理论及实践考核。

### 1.4　统计学方法

采用EpiData 3.1软件进行数据双人录入，所有数据用SPSS 22.0软件建立数据库并进行统计分析。定量资料用（均数 ± 标准差）表示，定性资料用百分数表示。培训前后成绩采用配对 $t$ 检验分析，两组间的知识得分、技能得分使用两独立样本 $t$ 检验。检验水准 $\alpha$=0.05。

## 2　结果

### 2.1　两组学生授课前后理论成绩比较

将两组学生授课前后理论成绩进行比较。结果显示，授课前基线测试中，试验组理论测试成绩得分与对照组差异无统计学意义；授课后试验组理论测试成绩高于对照组，两组比较差异有统计学意义（表1）。

**表1**　两组学生理论成绩比较[($\bar{x} \pm s$)，分]

| 分组 | 授课前 | 授课后 | $t$值 | $P$值 |
|---|---|---|---|---|
| 试验组（$n$=33） | 32.91 ± 8.37 | 51.25 ± 6.99 | −21.16 | <0.001 |
| 对照组（$n$=31） | 33.81 ± 9.28 | 42.46 ± 6.13 | −9.13 | <0.001 |
| $t$值 | −0.41 | 5.34 | | |
| $P$值 | 0.683 | <0.001 | | |

注：试验组和对照组对比采用两独立样本 $t$ 检验，授课前后采用配对样本 $t$ 检验。

### 2.2　两组学生授课前后解剖结构辨识成绩比较

将两组学生授课前后解剖结构辨识成绩进行比较。结果显示，授课前基线测试中，试验组解剖结构辨识成绩与对照组差异无统计学意义；授课后试验组解剖结构辨识成绩高于对照组，两组比较差异有统计学意义（表2）。

**表2**　两组学生解剖结构辨识成绩对比[($\bar{x} \pm s$)，分]

| 分组 | 授课前 | 授课后 | $t$值 | $P$值 |
|---|---|---|---|---|
| 试验组（$n$=33） | 21.19 ± 4.92 | 37.56 ± 1.83 | −17.22 | <0.01 |
| 对照组（$n$=31） | 20.59 ± 4.34 | 30.37 ± 3.46 | −10.99 | <0.01 |
| $t$值 | 0.51 | 10.38 | | |
| $P$值 | 0.611 | <0.001 | | |

### 2.3　两组学生问卷调查结果

在授课结束之后，对两组学生进行不记名问卷调查。问卷共发放64份，收回64份，回收率100%。问卷调查结果显示：在教学吸引力、课堂专注度、学习兴趣、学习效率、解剖辨识能力、发现解决问题能力及总体教学方式满意度方面，试验组均高于对照组（$P$<0.05），差异有统计学意义（表3）。

**表 3**　两组学生主观调查问卷评价结果

| 项目 | 试验组（*n*=33） | 对照组（*n*=31） | *t*值 | *P*值 |
|---|---|---|---|---|
| 对教学方式满意度 | 4.81 ± 0.40[b] | 4.00 ± 0.62 | 6.23 | <0.001 |
| 对立体整合模式满意度[a] | 4.61 ± 0.43 | – | – | – |
| 对医患共教模式满意度[a] | 4.31 ± 0.42 | – | – | – |
| 对模拟实操模式满意度[a] | 4.90 ± 0.37 | – | – | – |
| 教学吸引力 | 4.75 ± 0.44[b] | 4.06 ± 0.76 | 4.43 | <0.001 |
| 课堂专注度 | 4.53 ± 0.57[b] | 4.19 ± 0.64 | 2.27 | 0.027 |
| 学习兴趣 | 4.63 ± 0.49[b] | 3.91 ± 0.53 | 5.62 | <0.001 |
| 学习效率 | 4.72 ± 0.46[b] | 4.00 ± 0.44 | 6.41 | <0.001 |
| 空间思维能力 | 4.53 ± 0.57 | 4.25 ± 0.76 | 1.68 | 0.099 |
| 解剖辨识能力 | 4.59 ± 0.50[b] | 3.84 ± 0.57 | 5.58 | <0.001 |
| 自学能力 | 4.53 ± 0.57 | 4.38 ± 0.66 | 1.02 | 0.314 |
| 发现解决问题能力 | 4.63 ± 0.66[b] | 4.00 ± 0.51 | 4.24 | <0.001 |

注：a，仅限试验组学生填写；b，两组间差异有统计学意义。

## 3　讨论

**3.1**　“立体整合模式”有助于学生整体、全局地理解疾病本质

随着医学科学的不断进步，传统的以各个学科为中心的课程设置越来越不能满足现代化医学教学的需求[2,4,7]。传统的医学生教育模式均以学科为主体，在一定程度上造成各学科内容相互割裂和碎片化，不利于学生对医学知识的系统掌握和整合[1,8]。在本研究的教学模式中，整合了与脊柱外科疾病密切相关的骨科、解剖、影像和康复 4 个领域的骨干教师，在授课前详细集中备课，在教学过程中 4 位教师全方位、立体地围绕同一脊柱疾病，在同一总体思路下从不同角度引导学生主动学习，并介绍前沿进展。4 位教师在整个课堂上，在各个环节有机密切地配合，从而让学生建立一种整合观、全局观来理解疾病本质，有助于学生将某一系统的疾病发生、发展及治疗等知识点融会贯通，培养其创新精神和综合能力。本研究结果显示，试验组学生理论测试成绩及解剖辨识考核成绩均优于传统授课组。立体整合多领域教师共同授课，能够更好地激发医学生学习兴趣，使其从全局思考和理解疾病本质，促进其更好地整合不同的知识和技能[9]。

**3.2**　“医患共教模式”有助于培养学生循证思维和科学精神

近年来，在国际医学教育领域，病人作为“专家”参与医学生教学的尝试和研究受到广泛关注，被认为能够深化学生对真实世界的认知，加强理论与实践结合的能力[10-11]。这一理念已经被越来越多的教育学专家所认可。目前，国际上病人参与教学的应用模式主要包括妇科及骨科查体教学、沟通技巧教学、病人视角陈述式教学等[12]。例如，专家病人计划（expert patients programme，EPP）中，由于病人熟知自己的临床发病过程及变化情况，能够以“专家”身份围绕自身经历，对医学生及其他医疗工作者进行鲜活的临床教学[13]。在试验组课堂上，病人与授课教师共同备课，进行教学设计，病人的感受、需求和愿望引领学生整个的思考和学习过程。教学中需要学生深入思考的问题，均由病人从自身角度提出，并由 4 位授课教师从不同角度引导学生进行思考和回答，推动课程的进展。在高阶前沿教学部分，同样从病人的诉求出发，引导学生从临床问题凝练科学问题，再由几位教师分别从各自领域介绍前沿进展和相关研究。本研究结果显示，在学生调查问卷中，试验组对于医患共教模式满意度评分为（4.31 ± 0.42）分，且试验组发现解决问题能力优于对照组。通过医患共教模式，能够让学生深入理解到，病人是最好的教师，学习的每一个步骤都需要从病人需求出发，调动多学科领域知识，积极探索实践，不断研究总结，积累循证依据，最后再让病人受益。这样的学习过程，能够更好地培养学生的职业精神和科学精神。

**3.3**　“模拟实操模式”有助于学生结合理论精细体验实践操作

医学生的临床操作技能训练教学始终是医学教育的一大难点。脊柱外科疾病解剖相对复杂，结构精细，手术个体性特点强，对操作失误容忍度低[3,14]。因此，学生在临床教学中经常反映对于空

间解剖理解困难，而且动手机会很少，技能提高慢[5]。目前的常规教具质地粗糙、仿真程度差、种类单一，既不能满足临床教学的需要，也不能用于操作演练。传统的制造业及电子模拟系统难以实现高仿真、个体化、可操作的要求[6,15]。为此，本研究使用自主研发的高仿真教学模型，其最大特点在于内部高度仿真骨质内微细结构，可最大限度模拟手术中置钉、截骨的操作手感。在课堂操作中，通过同屏技术同步投影到大屏幕，课堂上表现突出的学生在指导下进行操作，所有学生都能够同时观摩学习。课后所有学生都可以独立进行操作，体验松质骨的钉道制备手感、椎板切除的基本手术操作等，这部分是最受学生欢迎的部分之一。从研究结果看，解剖结构辨识成绩高于对照组；学生调查问卷中，试验组对于模拟实操模式满意度最高，为(4.90 ± 0.37)分。

综上所述，本研究结果提示，立体整合、医患共教、模拟实操的教学模式可有效提高学生理论知识及解剖结构的掌握程度，提高其学习兴趣、学习效率、实践操作能力和发现解决问题能力，学生的满意度较高。本研究期待通过此教学模式，学生能够掌握立体整合的知识体系、接受职业精神的熏陶和临床研究的启蒙。最重要的是，在课后学生能够自然而然地从多学科整合的角度去思考问题，以病人为师去完成创新探索，从而掌握自己解决问题的思路和方法。希望此尝试能够更好地解决脊柱外科教学挑战，能够为临床医学教育探索提供一定的借鉴。

**利益冲突**　所有作者声明无利益冲突

**作者贡献声明**　庄乾宇、惠尚懿：研究构思、论文撰写；庄乾宇、王炜：教学实施、数据统计分析；李欣培、汪焰恩：3D模型制作；姜英姿：教学实施和协调；罗林枝：实验设计指导；张勤：总体把关、审订论文

**志谢**　感谢仉建国、马超、杜悦娇、赵峻、刘伟、朱亮、赵肖奕等各位老师的大力支持，感谢彭越、吴增玉、张跃川等各位同学的积极参与

## 参考文献

[1] González Blum C, Richter R, Fuchs R, et al. An interprofessional teaching approach for medical and physical therapy students to learn functional anatomy and clinical examination of the lower spine and hip [J]. Ann Anat, 2020, 231: 151534. DOI: 10.1016/j.aanat.2020.151534.

[2] Brauer DG, Ferguson KJ. The integrated curriculum in medical education: AMEE Guide No. 96 [J]. Med Teach, 2015, 37(4): 312-322. DOI: 10.3109/0142159X.2014.970998.

[3] Pham MH, Jakoi AM, Wali AR, et al. Trends in spine surgery training during neurological and orthopaedic surgery residency: a 10-year analysis of ACGME case log data [J]. J Bone Joint Surg Am, 2019, 101(22): e122. DOI: 10.2106/JBJS.19.00466.

[4] Chen R, Rodrigues Armijo P, Krause C, et al. A comprehensive review of robotic surgery curriculum and training for residents, fellows, and postgraduate surgical education [J]. Surg Endosc, 2020, 34(1): 361-367. DOI: 10.1007/s00464-019-06775-1.

[5] Hedman L, Fahlstedt M, Schlickum M, et al. A pilot evaluation of an educational program that offers visualizations of cervical spine injuries: medical students' self-efficacy increases by training [J]. Inform Health Soc Care, 2014, 39(1): 33-46. DOI: 10.3109/17538157.2013.834343.

[6] Bohl MA, McBryan S, Pais D, et al. The living spine model: a biomimetic surgical training and education tool [J]. Oper Neurosurg (Hagerstown), 2020, 19(1): 98-106. DOI: 10.1093/ons/opz326.

[7] Korownyk CS, Allan GM, McCormack J, et al. Successes, lessons and opportunities: 15-year follow-up of an integrated evidence-based medicine curriculum [J]. BMJ Evid Based Med, 2021, 26(5): 241-245. DOI: 10.1136/bmjebm-2020-111393.

[8] Mawdsley A, Willis S. Exploring an integrated curriculum in pharmacy: students' perspectives on the experienced curriculum and pedagogies supporting integrative learning [J]. Curr Pharm Teach Learn, 2019, 11(5): 450-460. DOI: 10.1016/j.cptl.2019.02.006.

[9] Wong E, Nguyen TV. Introduction of an integrated curriculum: early outcomes and experiences within a large private university [J]. Curr Pharm Teach Learn, 2019, 11(5): 528-532. DOI: 10.1016/j.cptl.2019.02.015.

[10] Rowland P, MacKinnon KR, McNaughton N. Patient involvement in medical education: to what problem is engagement the solution? [J]. Med Educ, 2021, 55(1): 37-44. DOI: 10.1111/medu.14200.

[11] Dijk SW, Duijzer EJ, Wienold M. Role of active patient involvement in undergraduate medical education: a systematic review [J]. BMJ Open, 2020, 10(7): e037217. DOI: 10.1136/bmjopen-2020-037217.

[12] Rockey NG, Ramos GP, Romanski S, et al. Patient participation in medical student teaching: a survey of hospital patients [J]. BMC Med Educ, 2020, 20(1): 142. DOI: 10.1186/s12909-020-02052-1.

[13] Towle A, Brown H, Hofley C, et al. The expert patient as teacher: an interprofessional Health Mentors programme [J]. Clin Teach, 2014, 11(4): 301-306. DOI: 10.1111/tct.12222.

[14] Daniels AH, Ames CP, Smith JS, et al. Variability in spine surgery procedures performed during orthopaedic and neurological surgery residency training: an analysis of ACGME case log data [J]. J Bone Joint Surg Am, 2014, 96(23): e196. DOI: 10.2106/JBJS.M.01562.

[15] Stefan P, Pfandler M, Lazarovici M, et al. Three-dimensional-printed computed tomography-based bone models for spine surgery simulation [J]. Simul Healthc, 2020, 15(1): 61-66. DOI: 10.1097/SIH.0000000000000417.

（收稿日期：2022-03-05）
（本文编辑：张学颖）