

• 教学园地 Education Corner •

应用动物模型教学对提高介入医学研究生科研能力的价值探讨

李一帆, 詹鹏超, 李臻, 荣虎只, 高玥, 张文广, 任克伟, 李腾飞,
李鑫, 叶书文, 张玉元, 韩新巍

【摘要】 目的 探讨兔肝癌模型在介入医学研究生教学中的应用价值。**方法** 以郑州大学放射影像学(介入医学)专业一年级 10 名专业型硕士研究生为研究对象,采用兔肝癌模型作为实验教学材料。教学内容包括:兔肝癌模型建立、兔肝癌介入手术操作、科研教学、教学效果评价和学生满意度调查。**结果** 10 名介入医学研究生在带教老师的指导下 VX2 兔肝癌模型建模成功率为 100%;操作质量评估得分(11.5 ± 2.0)分。介入手术操作环节中,学生股动脉穿刺技术成功率同样达到 100%,各项介入操作得分(11.8 ± 2.3)分。专家组对学生的实验设计给出了 2 例优秀、7 例良好、1 例中等的评价。研究生对实验教学体验的满意度较高,评分分别为:兔肝癌模型理解(4.80 ± 0.40)分、介入技术掌握程度(4.60 ± 0.49)分、教学材料质量与实用性(4.90 ± 0.30)分。**结论** 兔肝癌模型实验教学方法能提高研究生的动物实验能力、介入手术操作能力和科研创新能力;动物模型教学方法是介入医学研究生培养教育方法的一种创新。

【关键词】 介入医学;动物模型;高等教育;研究生教学

中图分类号:R-33 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2025)-001-0096-05

The value of applying animal model teaching in improving scientific research ability of graduate students in interventional medicine LI Yifan, ZHAN Pengchao, LI Zhen, RONG Huzhi, GAO Yue, ZHANG Wenguang, REN Kewei, LI Tengfei, LI Xin, YE Shuwen, ZHANG Yuyuan. Department of Interventional Radiology, First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou, Henan Province 450052, China

Corresponding author: LI Zhen, E-mail: lzlyct620@163.com

【Abstract】 Objective To evaluate the application of rabbit liver cancer model in teaching interventional medicine for graduate students. **Methods** A total of 10 first-year master graduate students majoring in Radiological Imaging (Interventional Medicine), who were studying at Zhengzhou University of China, were enrolled in this study. The rabbit liver cancer model was used as the experimental teaching materials. The teaching contents included the establishment of rabbit liver cancer model, the interventional operation of rabbit liver cancer, the method of scientific research and teaching, the evaluation of the teaching effect, and the survey of student satisfaction. **Results** Under the guidance of teaching tutor, the success rate of VX2 rabbit liver cancer modeling performed by the 10 master graduate students majoring in interventional medicine was 100%, and the mean operational quality assessment score was (11.5 ± 2.0) points. During the operation of interventional surgery, the success rate of femoral artery puncture was also 100%, and the mean score for each interventional operation was (11.8 ± 2.3) points. The students' experimental designs were evaluated by the expert group, the results were as follows: 2 cases were rated as excellent, 7 cases were rated as good, and one case was rated as moderate. The degree of students'

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2025.01.016

基金项目: 河南省医学教育研究项目(WJLX2023037)

作者单位: 450052 河南郑州 郑州大学第一附属医院放射介入科(李一帆、詹鹏超、李臻、高玥、张文广、任克伟、李腾飞、李鑫、叶书文、张玉元、韩新巍), 教育处(荣虎只)

通信作者: 李臻 E-mail: lzlyct620@163.com

satisfaction with experimental teaching method was high, the specific scores of each item are as follows: the understanding of the rabbit liver cancer model was (4.80 ± 0.40) points, the command of interventional technology was (4.60 ± 0.49) points, and the quality and practicability of teaching materials was (4.90 ± 0.30) points. **Conclusion** This teaching method of using rabbit liver cancer model experiment can improve the animal experiment ability, interventional operation ability and scientific research innovation ability of graduate students. Animal model teaching method is an innovation of teaching mode for graduate students majoring in interventional medicine.

【Key words】 interventional medicine; animal model; higher education; graduate student teaching

介入医学研究生教育是介入医学人才培养的重要环节,研究生的培养不但要注重临床能力的训练,还要加强介入手术操作能力的练习,同时也要注意科研能力的提升。传统的以理论教学和临床实习相结合的模式已经无法满足当前介入医学研究生科研能力提升的需求^[1-2]。这可能是导致现阶段部分介入医学研究生缺乏科研主动性、科研素质欠缺、科研成果产出有限的原因,这些问题严重影响了介入医学人才教育的整体质量。

动物实验模型作为医学科研的核心工具之一,为研究生提供了宝贵的科研实践平台^[3-4]。本研究通过兔肝癌模型建立,结合模型兔介入手术实际操作和科研训练,对介入医学研究生教学培养方法进行改进,旨在全面提升介入医学研究生的介入手术实践及科研能力。

1 材料与方法

1.1 研究对象

本研究以郑州大学放射影像学专业(介入医学方向)一年级 10 名硕士研究生为研究对象,所有参与学生已完成研究生大课理论课程,在教学前具备一定程度的知识背景。

1.2 研究方法

每个教学步骤进行前,教师先理论授课、然后实际演示操作方法和步骤,再让学生实际操作,最后学生开展讨论,教师进行总结。学生分组实验,以 2 人为一组进行实操过程。在学生实操过程中,教师不间断巡查并进行及时、必要的指导,以确保学生顺利完成。操作完成后,学生开展讨论并交流心得,最后由教师进行系统总结,并结合小组操作情况进行点评。科研教学流程:基础知识讲授→精选论文讲解→自主文献调查→科研选题→实验方案设计→实验方案评价。

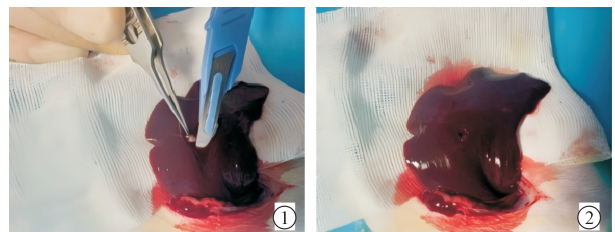
1.2.1 动物模型建立 选取体质量为 3~4 kg 的健康成年新西兰大耳兔及兔间变表皮鳞癌 VX2 瘤

株,由郑州大学动物实验中心提供。流程如下:

获取瘤块:将 0.5 mL 密度稀释至每毫升 2×10^7 个细胞的 VX2 实体瘤细胞注射至荷瘤兔大腿外侧,待 2 周后瘤兔大腿外侧可触及包块,提示肿瘤种植成功。麻醉后处死荷瘤兔并游离肿瘤组织,去除坏死组织后,将半透明鱼肉状肿瘤修剪为约 1 mm^3 大小,用于 VX2 兔肝癌模型建立。

麻醉:经肌肉注射 20 mg 速眠新 II 及 2.5 mL 4% 戊巴比妥钠溶液进行实验兔全身麻醉。通过检测角膜反射、肌张力反射消失等判断麻醉效果,效果欠佳时适量追加戊巴比妥钠,以确保充分麻醉。

肝脏肿瘤:对实验兔腹部进行剃毛和消毒处理,沿腹正中线纵行切开,依次分离皮下组织、肌肉和腹膜。打开腹腔后暴露肝脏,用止血钳轻轻拉出肝左叶并固定以便操作。手持手术刀,与肝脏成 30° 角,插入肝组织 0.5~1 cm 深,保持刀尖位置,沿刀下方将肿瘤组织植入,然后拔出刀尖。用明胶海绵封闭刀口,确认无出血后,轻轻将肝脏放回原位。逐层将肌肉和皮肤缝合,并再次对伤口进行消毒(图 1)。

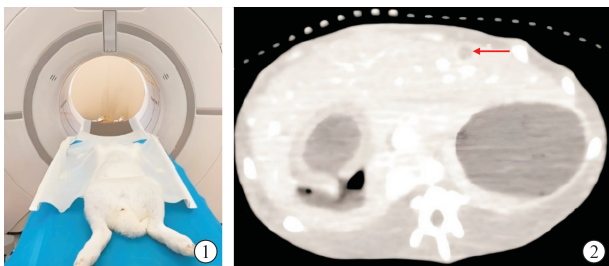


①眼科镊夹取合适大小肿瘤组织,紧贴刀尖将瘤块送入肝脏组织内;②使用明胶海绵封堵穿刺道

图 1 实验兔 VX2 肝癌模型构建

术后管理:所有实验兔连续 3 d 给予青霉素或头孢他啶(0.1 mL/kg)注射。恒温、恒湿条件下喂养,观察有无不良反应。2 周后麻醉行增强 CT 检查以明确肝内 VX2 肿瘤的位置、大小,肿瘤大于 1 cm 则建模成功(图 2)。

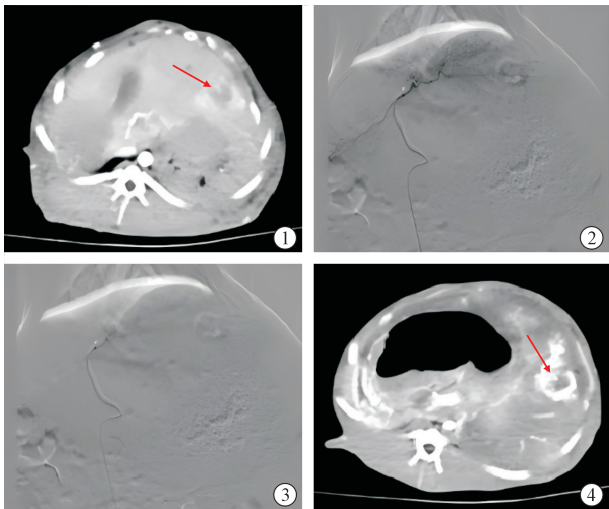
1.2.2 模型兔介入手术操作训练 主要包括 Seldinger 穿刺技术,腹腔干、肝动脉及肿瘤供血动



①使用热塑料膜将实验兔固定在 CT 检查床上进行 CT 扫描;②术前 1 周 CT 显示肝左叶低密度肿瘤病灶(箭头示)

图 2 实验兔 VX2 肝癌模型 CT

脉超选择插管及造影。在操作前,教师针对技术原理、血管解剖、介入器械、操作步骤及技巧等进行理论知识讲解。继而进行实操教学,包括:无菌手术服及手套、铅衣的正确穿着→股动脉穿刺区域消毒、铺巾→股动脉穿刺置管→动脉超选择插管及造影→拔管后压迫止血(图 3)。



①术前 2 d 增强 CT 显示肝左叶明显强化肿瘤病灶(红色箭头所示);②术中 DSA 检查示肿瘤染色与责任血管;③栓塞后碘油沉积良好;④术后 CT 显示肿瘤完全坏死,碘油沉积满意(红色箭头所示)

图 3 实验兔 VX2 肝癌模型术前、术中及术后表现

1.2.3 科研教学训练 教师首先介绍动物模型在医学研究中的重要性和应用范围,讲解不同动物模型的特点及在特定疾病模拟中的优势和局限性。选取 5 篇已发表的使用动物模型相关高质量科研论文进行深入分析,讲解科研如何选题、研究目的、实验设计、结果、结果分析和讨论等内容。引导学生根据当前科研热点和个人兴趣进行科研选题;指导学生文献检索,了解所选课题的研究背景和现状。学生自主进行实验设计,包括实验组和对照组的设置,讨论实验操作的具体步骤、数据收集方法和预期结果,

撰写开题报告。

1.3 教学效果评价

1.3.1 动物模型建立及介入操作技能评分 增强 CT 显示肿瘤直径大于 1 cm 定义为动物模型建模成功;股动脉穿刺成功定义为穿刺针穿刺入股动脉后,穿刺针尾部喷出动脉血并成功引入导丝、交换置入 5 F 动脉鞘管。统计动物模型建模成功率和股动脉穿刺成功率,并由带教老师参照表 1、表 2 评分细则,对学生完成教学要求的操作流畅度和质量进行评估(满分 15 分,其中 13~15 为优秀、10~12 分为良好、7~9 分为中等、8 分及以下为差)。

表 1 动物模型建模操作质量评分表

项目	评分标准	得分
获取瘤块	满分 4 分。荷瘤兔成功种植,无感染迹象 4 分;轻微感染迹象 3 分;明显感染或种植失败 1 分	
麻醉	满分 3 分。麻醉深度适当,无麻醉并发症 3 分;反射未消失,麻醉效果差 2 分;麻醉出现严重并发症或致死 1 分	
肝脏肿瘤	满分 5 分。操作熟练,动作准确,效率高 5 分;操作较为熟练,动作基本准确 3 分;操作不熟练,动作不准确 1 分	
术后管理	满分 3 分。正确给予抗生素、密切观察,记录详细准确 3 分;抗生素给药不规范、观察不仔细有遗漏各扣 1 分	
合计		

表 2 介入实践操作质量评分表

项目	评分标准	得分
股动脉穿刺	满分 5 分。合格,流畅完成得 5 分,其中游离动脉时血管破裂扣 2 分;出血量超过 5mL 扣 2 分;失败后重复置管扣 1 分	
腹腔干选择	满分 4 分。独立、合格完成得 4 分,其中操作引起腹腔干狭窄闭塞或夹层扣 2 分;需带教老师协助指导得 2 分;需带教老师协助得 1 分	
肝固有动脉超选	满分 3 分。独立完成且流畅得 3 分,带教老师指导下完成得 2 分;带教老师协助完成得 1 分	
肿瘤血管超选	满分 3 分。独立完成且流畅得 3 分,带教老师指导下完成得 2 分;带教老师协助完成得 1 分	
合计		

1.3.2 实验设计评价 专家组针对学生设计的实验方案,从选题的创新性、可行性和科学性进行综合评价,分为优秀、良好、中等、差 4 档。

1.3.3 学生满意度调查 教学完成后由学生对教学过程进行评价,分别从对动物模型的基本理解、对介入治疗技术的掌握程度、教学材料的质量和实用性等方面评价教学体验。评价标准:1 分,非常不满意;2 分,不满意;3 分,中立;4 分,满意;5 分,非常满意。

1.4 统计学方法

采用 SPSS26.0 软件进行统计学分析,符合或

近似符合正态分布的计量资料采用均数 \pm 标准差表示。

2 结果

在建立动物模型方面,10 名研究生在带教老师监督指导下均完成 VX2 兔肝癌模型的制备,建模成功率为 100%。操作质量评估显示 4 例优秀,4 例良好,2 例中等,得分(11.5 ± 2.0)分。

在介入操作环节,学生股动脉穿刺技术成功率 100%,带教老师基于操作流畅度和质量评估,显示带教组中 6 例优秀,2 例良好,2 例中等,得分(11.8 ± 2.3)分。

专家组实验设计评价结果显示,实验方案 2 例优秀,7 例良好,1 例中等。

学生满意度调查:实验教学反馈评价表评分结果显示,研究生对此实验教学体验满意度与认可度较高,对兔肝癌模型的基本理解评分(4.80 ± 0.40)分,对介入治疗技术的掌握程度评分(4.60 ± 0.49)分,对教学材料的质量和实用性评价较高,评分为(4.90 ± 0.30)分。

3 讨论

介入医学作为一门快速发展的新兴学科,对研究生的专业技能和科研能力提出了更高的要求。我国当前推进的“一体两翼”研究生培养体系,旨在融合学术学位与专业学位,构建一个既重视学术研究也注重实践技能的教育模式^[5]。此外,研究生教育正在强化多学科交叉融合的培养模式,以促进创新理论的孕育和颠覆性技术的产生。这种模式强调以高端科研平台为主体,以战略需求为导向,构建科技创新链与人才培养链的深度融合^[6-7]。

然而,现行的培养制度要求研究生在 3 年的规范化培训期内在多个科室轮转,培训期内需要完成众多考核和论文答辩。这弱化了导师与研究生之间的联系,导师难以采用传统方式系统地培养研究生的科研能力,培养模式出现“重临床,轻科研”的现象。

动物模型不仅在教学中扮演重要角色,充当理论与临床实践的载体,帮助研究生练习与掌握手术技能;而且在新型药物研发与新型材料的开发中起到至关重要的作用。兔 VX2 肝癌模型是最常用的介入治疗新方法应用研究模型,为肝癌的介入治疗提供了丰富的动物实验数据,是评价介入治疗安全

性、有效性的重要场景^[8]。武自强等^[9]充分阐述了建立兔 VX2 肝癌模型及血管介入操作方法及其临床及科研意义,其稳定的肿瘤性状和成熟的介入插管技术有利于介入医学研究生进行血管超选、动脉造影及靶血管栓塞。此外,新型血管内栓塞材料及腔道内支架球囊等研发都离不开动物模型的验证。同时巴马小猪^[4]、比格犬^[10]等在神经介入、心脏介入与非血管介入研究中体现了实验动物重要的研究价值。

本研究采用的基于兔肝癌模型的实验教学模式,针对介入医学研究生的培养方法进行改进,实现了专业技能与科研思维训练的有机结合,主要表现在以下几个方面。

3.1 实践能力的锻炼 学生通过直接参与兔肝癌模型的建立和兔介入手术治疗的实际操作,基本具备了独立构建兔肝癌模型的能力,获得了介入手术操作的实践经验。这些技能的训练对于研究生未来在实验室或临床中顺利开展工作打下了重要的基础。

3.2 科研能力的提升 兔肝癌模型建立和兔介入手术操作作为训练研究生的科研能力提供了一个理想平台。一些学科交叉研究、介入放射学的新材料、新药物研发等都可以在此平台上进行^[11-12]。本教学环节特别强调了对学生自主实验设计引导的重要性,鼓励学生在导师的指导下,独立提出科研选题、实验设计方案,并在实践中不断完善。这种教学方法有效地提升了学生的创新能力和独立设计研究方案的能力、分析和解释科学数据的能力,为他们将来能独立承担科研任务奠定了坚实的基础。

3.3 创新能力的训练 在兔肝癌模型介入治疗的研究中,研究生面临的挑战促使他们开发创新的解决方案。这些问题涵盖了从技术到理论等领域,迫使学生思考如何应用新技术或改进现有技术以提高治疗效果或减少不良反应。此外,这种研究氛围鼓励学生进一步探索新的研究方向,从而培养了他们的创新思维和科研素质。

3.4 探索能力的培养 基于兔肝癌模型的教学模式,激发了研究生的好奇心和探索欲。在这种环境中,学生不仅能够探索已知的科学问题,还能提出并验证新的假设。这种主动探索的机会是理解复杂生物学问题的关键,并且对于培养研究生独立思考和科学探究的能力至关重要。

3.5 学习能力的提高 在快速发展的医学领域,持续学习是必不可少的,而通过这种实验教学方式,学生学会了自主获取新知识的方法、如何有效地整合