

·医学教育·

基于序贯阶梯式血管吻合模拟器的冠脉搭桥培训在心脏外科青年医师基本技能培训中的应用探讨

滕鹏 郑琦 马量

[摘要] **目的** 探讨序贯阶梯式血管吻合模拟器在心脏外科青年医师冠脉搭桥手术技能培训中的作用和效果。**方法** 利用序贯阶梯式血管吻合模拟器,对28名心脏外科青年医师开展冠脉搭桥手术的基本技能培训,然后由导师分别对学员的吻合技能进行评价,并分析基于该序贯阶梯式血管吻合模拟器的冠脉搭桥培训对提高学员冠脉搭桥技能的效果。**结果** 在接受基础培训后,每位学员单个吻合口的平均用时从 $(17.33\pm 3.61)\text{min}$ 明显缩短至 $(12.07\pm 2.87)\text{min}$ ($t=5.48, P<0.05$),吻合口渗漏率明显降低(89.28% vs. 21.43%, $\chi^2=26.08, P<0.05$);在接受进阶培训后,每位学员单个吻合口的平均用时从 $(30.16\pm 4.39)\text{min}$ 明显缩短至 $(21.81\pm 4.46)\text{min}$ ($t=4.84, P<0.05$)。在完成所有培训后,培训学员在冠脉搭桥血管吻合操作中的各项量化评分较前均有明显上升。**结论** 基于序贯阶梯式血管吻合模拟器的冠脉搭桥培训可有效提高心脏外科青年医师冠脉搭桥手术技能,是一种值得推广的心脏外科模拟训练课程。

[关键词] 心脏外科; 冠脉搭桥; 序贯; 模拟器; 基本技能培训

Investigation on the application of the coronary artery bypass grafting training model based on sequential stepped vascular anastomosis simulator in the basic skills training of young cardiac surgeons TENG Peng, ZHENG Qi, MA Liang. Department of Cardiovascular Surgery, the First Affiliated Hospital, College of Medicine, Zhejiang University, Hangzhou 310003, China.

[Abstract] **Objective** To explore the role and effect of sequential stepped vascular anastomosis simulator in the training of surgical skills in coronary artery bypass grafting for young cardiac surgeons. **Methods** The basic skills training of coronary artery bypass grafting was carried out for 28 young cardiac surgeons, and then the instructors evaluated the anastomosis skills of the trainees and analyzed the effect of the new coronary artery bypass grafting training model based on the sequential stepped vascular anastomosis simulator on improving the coronary artery bypass grafting skills of the trainees. **Results** After the basic training, the average time of a single anastomosis was significantly shortened from $(17.33\pm 3.61)\text{minutes}$ to $(12.07\pm 2.87)\text{minutes}$ ($t=5.48, P<0.05$), and the leakage rate of the anastomosis was significantly reduced from 89.28% (25/28) to 21.43% (6/28) ($\chi^2=26.08, P<0.05$). After the advanced training, the average time of a single anastomosis was significantly shortened from $(30.16\pm 4.39)\text{minutes}$ to $(21.81\pm 4.46)\text{minutes}$ ($t=4.84, P<0.05$). After completing all the training program, the trainees had significantly higher quantitative scores in the coronary bypass vascular anastomosis procedure. **Conclusion** The mode of coronary artery bypass grafting training based on sequential stepped vascular anastomosis simulator can effectively improve the surgical skills of coronary artery bypass grafting of young cardiac surgeons. It is a kind of cardiac surgery simulation training course which is worth promoting.

DOI:10.13558/j.cnki.issn1672-3686.2024.004.016

基金项目:国家自然科学基金青年科学基金项目(82300385),浙江省自然科学基金探索项目(LQ22H020005)

作者单位:310003 浙江杭州,浙江大学医学院附属第一医院心脏大血管外科

通讯作者:马量, Email: ml1402@zju.edu.cn

[Key words] cardiac surgery; coronary artery bypass grafting; sequential; simulator; basic skills training

心脏外科是所有外科系统中起步最晚,但发展最快的学科,因其风险大、难度高、精细程度高等原因

被誉为外科“皇冠上的明珠”。也正因为如此,心脏外科医师一方面培训周期非常的长,另一方面青年医师很难有机会可以在人体直接手术而获得手术经验,而手术的观摩效果较低,费时费力,也进一步加重了心脏外科医师的培养难度^[1,2],阻碍了我国心脏外科事业的发展^[3]。浙江大学医学院附属第一医院心脏中心长期致力于青年医生的基本技能训练^[4],通过借鉴西方国家手术模拟器的培训模式^[5-7],探索提出基于序贯阶梯式血管吻合模拟器的冠脉搭桥培训新模式。该模式将培训分为两个阶段:基础培训旨在通过体外血管模拟吻合器传授血管吻合的基本知识要点;进阶培训则通过猪心不停跳冠脉搭桥模拟吻合器充分将心脏不停跳这一技术难点融入培训项目,使学员能够充分感受和和实践不停跳冠脉搭桥手术的操作要点。两个阶段循序渐进,难度阶梯式加大,并创新性地采用了猪心不停跳冠脉搭桥模拟吻合器,希望能够为学员营造最真实的模拟手术场景,达到最佳的培训效果。本研究拟针对此培训模式进行效果评价,总结经验,摸索提出心脏外科较为理想的培训教学模式。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取自愿报名参加浙江省冠脉搭桥手术的基本技能培训的28名心脏外科青年医师为研究对象,其中男性27名、女性1名,年龄28~38岁,均为初级或中级职称心血管外科医师。28名学员均完成了全部的培训内容。

1.2 方法 本研究涉及的培训分为2期,每期1d,每位学员每天培训时长约为4个学时(每个学时约45 min),培训周期为期2周。课程设置如图1。

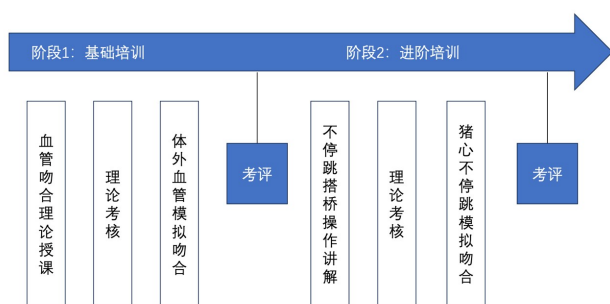


图1 基于序贯阶梯式模拟器的冠脉搭桥培训新模式

1.2.1 基础培训:每次体外血管模拟吻合培训2名一组,在培训开始前由培训导师讲解冠脉搭桥血管吻合的相关理论知识和操作经验,然后进行理论考核。考核结束后学员自由分组,轮流担任主刀和助手,在体外血管吻合模拟器上进行吻合操作。吻合

结束后用注射器进行注水实验,评估吻合口渗漏情况。吻合结束后剪开橡皮管,检查吻合口是否有狭窄,缝线是否分布均匀等。吻合及注水过程全程录像,由高年资心外科主刀医师对吻合过程及吻合质量进行打分。每组共进行6次基础培训。

体外血管模拟吻合器四周有4个金属弹簧卡扣,可以将模拟血管的橡胶管卡入其中进行固定,橡胶管两端固定后模拟作为靶血管,另取一根橡胶管一端固定于金属弹簧卡扣,另一端悬空,模拟作为桥血管。采用5-0 prolene缝线进行端侧吻合或侧侧吻合,吻合结束后可使用注射器注水检查吻合口渗漏情况,最后剪开模拟桥血管的橡胶管,检查吻合口是否有狭窄,缝线是否分布均匀等。详见封三图2。

1.2.2 进阶培训:每次猪心不停跳冠脉搭桥模拟吻合培训2名一组,在培训开始前由培训导师讲解不停跳冠脉搭桥的操作要点以及手术视频讲解,然后进行理论考核。考核结束后学员按照原基础培训分组进行组合,轮流担任主刀和助手,在体外猪心搏动模拟器上进行吻合操作。在吻合过程中逐渐加大猪心的搏动强度和速度。吻合过程全程录像,由高年资心脏外科主刀医师对吻合过程及吻合质量进行打分。每组共进行4次基础培训。

猪心不停跳冠脉搭桥模拟吻合器通过将猪心放置于工作台上,猪心下方平台规律挤压猪心模拟心脏跳动的效果,猪心上方放置心外膜固定器,使靶血管及周围区域相对固定便于手术操作,真实还原非体外循环心脏不停跳冠脉搭桥手术场景。猪心前降支作为靶血管,使用鸭肠来模拟静脉桥血管。采用5-0 prolene缝线进行端侧吻合或侧侧吻合,吻合结束后剪开模拟桥血管的鸭肠,检查吻合口是否有狭窄,缝线是否分布均匀等。详见封三图3。

1.3 评价指标 分别在基础培训和进阶培训前及结束后,对参与培训的学员进行考核。考官由2名具有高年资具有独立冠脉搭桥手术资质及教学经验的正高级职称心外科医生担任。考核从动脉切开、桥血管方向、针的控制、线的控制、针间距、缝合效果、打结、针持使用、镊子使用和吻合时间10个维度对学员的操作进行评价,详见表1。

在培训结束以后,对培训学员进行问卷调查了解学员对培训的反馈情况。问卷包含三个方面:理论掌握情况(完全掌握、部分掌握、没有改变)、操作能力情况(明显提升、一定程度的提升、没有提升)、自我感

觉情况(在手术过程中更自信和轻松、没有改变)。
1.4 统计学方法 采用SPSS 26.0统计软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,采用配对 t 检验进行比较;计数资料以率表示,采用 χ^2 检验进行比较。设 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

表1 冠脉搭桥操作评分表

维度	具体评价细则	满分/分
动脉切开	在血管中间,不损伤后壁,边缘整齐,大小合适	10
桥血管方向	注意脚跟位置和脚尖位置	10
针的控制	进出针深度、方向合理,不撕裂,两手递针配合默契	10
线的控制	摆放合理、牵拉力度合适、不绕线、松紧合适	10
针间距	建议12针左右	10
缝合效果	整体美观,无“猫耳朵”,桥血管完全覆盖动脉血管,缝线呈放射状	10
打结	动作流畅,原位打结,松紧合适,线头长短合适	10
针持使用	动作熟练、转针灵活、熟练正反手操作	10
镊子使用	动作熟练、牵拉力度合适、熟练正反手操作	10
吻合时间	≤ 10 min	10

2 结果

2.1 基础培训考核结果 在接受血管吻合理论授课并通过理论考核后,每位学员初始完成单个吻合口的时间在 (17.33 ± 3.61) min,吻合口渗漏率89.28%(25/28);而在接受体外血管模拟吻合培训后,每位学员完成单个吻合口的时间在 (12.07 ± 2.87) min,较前明显加快,且差异有统计学意义($t=5.48, P<0.05$),吻合口渗漏率21.43%(6/28),较前明显下降且差异有统计学意义($\chi^2=26.08, P<0.05$)。此外,学员在接受体外血管模拟吻合培训后,冠脉搭桥操作评分较培训前有明显提升,见表2。

表2 学员接受体外血管模拟吻合培训前后冠脉搭桥操作评分比较/分

维度	培训前	培训后
动脉切开	4.68±1.42	6.04±1.35*
桥血管方向	4.71±1.69	6.25±1.48*
针的控制	4.32±1.20	5.46±1.40*
线的控制	4.39±1.26	6.32±1.36*
针间距	3.75±1.57	5.57±1.35*
缝合效果	3.57±1.44	5.36±1.52*
打结	6.18±1.36	6.79±1.21*
针持使用	5.29±1.41	6.75±1.38*
镊子使用	5.07±1.19	6.68±1.34*
吻合时间	3.61±1.40	5.50±1.02*

注:*,与培训前比较, $P<0.05$ 。

由表2可见,在冠脉搭桥基础培训后,学员在冠脉搭桥操作的10个维度均有明显提升,差异均有统

计学意义(t 分别=3.84、3.35、3.95、6.17、4.86、4.84、2.72、3.49、6.09、6.19, P 均 <0.05)。

2.2 进阶培训考核结果 在接受不停跳冠脉搭桥操作讲解并通过理论考核后,每位学员初始完成单个吻合口的时间在 (30.16 ± 4.39) min;而在接受猪心不停跳冠脉搭桥模拟吻合培训后,每位学员完成单个吻合口的时间明显缩短至 (21.81 ± 4.46) min($t=4.84, P<0.05$)。经过冠脉搭桥进阶培训后,每位学员对冠脉搭桥血管吻合均有了更为深刻的理解,并基本熟练掌握了相应技能以及不停跳冠脉搭桥的操作要点,做到操作流畅,吻合过程连贯,吻合口无明显狭窄及渗漏。冠脉搭桥操作评分较培训前有明显提升,详见表3。

表3 学员接受猪心不停跳冠脉搭桥模拟吻合培训前后冠脉搭桥操作评分比较/分

维度	培训前	培训后
动脉切开	4.36±1.59	6.43±1.45*
桥血管方向	4.79±1.54	6.54±1.45*
针的控制	4.86±1.79	6.14±1.66*
线的控制	4.32±1.36	6.07±1.46*
针间距	4.68±1.34	6.04±1.52*
缝合效果	4.71±1.56	6.39±1.72*
打结	6.04±1.48	6.93±1.25*
针持使用	5.32±1.42	6.86±1.33*
镊子使用	4.75±1.40	6.96±1.27*
吻合时间	4.54±1.40	6.32±1.51*

注:*,与培训前比较, $P<0.05$ 。

由表3可见,在冠脉搭桥进阶培训后,学员在冠脉搭桥操作的10个维度均有明显的提升,差异均有统计学意义(t 分别=4.75、4.41、2.85、3.94、4.16、3.69、2.20、3.84、6.13、3.80, P 均 <0.05)。

2.3 培训效果反馈 在基础培训和进阶培训结束后,培训学员在冠脉搭桥血管吻合操作中的各项量化评分较前均有明显上升。27名(96.43%)培训学员认为自己已完全或部分掌握了冠脉搭桥的理论基础,25名(89.28%)培训学员认为自己在真实手术中的操作能力得到了明显或一定程度的提升,22名(78.57%)学员自我感觉在手术过程中可以表现得更为自信和轻松。

3 讨论

《中国心血管健康与疾病报告2022》显示,心血管疾病是我国城乡居民的头号“杀手”,占全部死因的45%~48%^[8],其中冠心病是三大心血管疾病死因之首^[9]。我国目前推算心血管疾病现患人数3.3亿,其中冠心病占1 139万,位列首位^[8],可见冠心病的治疗在心血管领域具有极其重要的意义。然而我国冠脉外科的发展相对于经皮介入治疗而言存在不均衡发展特点,《2021年中国心外科手术和体外循环数据白皮书》显示,2021年我国完成冠脉搭桥手术59 862例,占全部心脏手术的21.5%^[10];同年我国完成冠状动脉介入治疗总病例数为1 325 993例,两者比值约23:1,远高于美国的2.2:1^[11],提示我国冠脉外科发展不足,后续潜力巨大。此外,我国冠脉外科还存在发展不均匀的情况,根据《2022年中国心血管病医疗质量概述》显示,我国开展冠脉搭桥的医院中,超过70%的医院每年例数少于50例,而每年开展例数超过100例的医院则完成了我国超过80%的冠脉搭桥手术^[11]。由此可以推断,很大一部分心脏外科医生将面临临床病例不足而缺乏必要的冠脉搭桥技能培训的困境。加之心脏外科手术风险高,操作精细,试错成本高等特点,如何建立有效的冠脉搭桥技能培训体系,缩短冠脉搭桥的学习曲线,降低其学习成本具有重要的研究意义。

我国的心脏外科专科医师培训尚处于起步阶段,虽然个别培训基地已经组织开展利用猪心模拟冠脉搭桥血管吻合的培训项目,但是大部分心脏中心仅具备最基础的血管模拟吻合培训项目甚至是不具备相应的培训条件。然而冠脉搭桥是心脏外科最常见的术式,而血管吻合不仅仅是冠脉搭桥手

术的关键技术,也是整个心脏外科的关键技术,是衡量一个合格心脏外科医生专业水平的重要参考因素。已有的冠脉搭桥模拟培训项目中往往从冠脉切开、桥血管方向、进针出针、针距、持针器使用、镊子使用、进针角度、针的转移、布线、打结、手灵活性、双手配合等方面对学员进行培训和考核,但却忽略了冠脉搭桥手术一个非常重要的特点,即不停跳冠脉搭桥手术中心脏持续跳动这一特点。本研究创新性地采用了猪心不停跳冠脉搭桥模拟吻合器,充分将心脏不停跳这一技术难点融入培训项目,并以此为基础提出了基于序贯阶梯式模拟器的冠脉搭桥培训新模式,希望能够帮助心脏外科医师更好更快地掌握冠脉搭桥手术技能。

本研究中将冠脉搭桥培训分为序贯基础培训和进阶培训,不同阶段配合不同类型的冠脉搭桥吻合模拟器,学员在每个阶段的技能培训开始前还将接受理论知识授课以及相应的考核,将理论和实践相结合,增加学员动手机会的同时,还增加了培训效率。本研究的培训结果显示,学员在接受体外血管模拟吻合培训以及猪心不停跳冠脉搭桥模拟吻合培训前后,冠脉搭桥操作评分均有显著提高,单个吻合口吻合所需要的平均时间以及吻合口渗漏率在培训前后均明显缩短和下降,充分证实了基于序贯阶梯式模拟器的冠脉搭桥培训是一种提高心脏外科医生冠脉搭桥手术技能的有效方式。这是由该培训模式的循序渐进、问题导向性、个性化训练、小班化授课的强化训练模式所决定的。而学员的培训效果反馈也进一步从侧面印证了这种冠脉搭桥培训新模式的积极效果。此外,本研究还针对冠脉搭桥等培训项目的评价体系做了一定的创新。目前我国虽有部分培训基地开展了心脏外科模拟训练项目,但在培训过程中缺乏规范的评价环节,对学员的评价以经验性的主观评价为主,缺乏对学员操作细节的多维度评价和质量控制。本研究中针对冠脉搭桥血管吻合操作的评价,设计了10个评价维度,形成客观的结构化评估量表。此外,在学员操作过程中,还利用多媒体设备对其进行实施录像,便于学员的回顾以及导师的打分。

本研究提出的基于序贯阶梯式模拟器的冠脉搭桥培训新模式是一种提高心脏外科医师冠脉搭桥手术技能的有效方式。该模式的推广和应用将有效提高心脏外科医师专科培训的教学质量,对心脏外科其他亚专科培训同样具有借鉴意义,为我国

规范化培养心脏外科医师、提高培训教育质量提供了新思路。

参考文献

- 1 程虹, 谌贻璞. 对培养临床医学专业学位博士研究生模式的思考[J]. 中华临床医师杂志(电子版), 2012, 6(14): 4141-4142.
- 2 Yanagawa B, Ribeiro R, Naqib F, et al. See one, simulate many, do one, teach one: Cardiac surgical simulation[J]. Curr Opin Cardiol, 2019, 34(5): 571-577.
- 3 刘洁. 临床医学专业学位研究生培养与住院医师规范化培训并轨的探索与思考[J]. 学位与研究生教育, 2014(6): 13-16.
- 4 张怡然, 马量. 心脏外科模拟训练课程在美国心脏外科专科医师培训中的应用现状和启示[J]. 中华医学教育杂志, 2023, 43(9): 717-720.
- 5 Fann JJ, Calhoon JH, Carpenter AJ, et al. Simulation in coronary artery anastomosis early in cardiothoracic surgical residency training: The Boot Camp experience[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2010, 139(5): 1275-1281.
- 6 Carpenter AJ, Yang SC, Uhlig PN, et al. Envisioning simu-

lation in the future of thoracic surgical education[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2008, 135(3): 477-484.

- 7 Feins RH, Burkhart HM, Conte JV, et al. Simulation-based training in cardiac surgery[J]. Ann Thorac Surg, 2017, 103(1): 312-321.
- 8 中国心血管健康与疾病报告编写组. 中国心血管健康与疾病报告 2022 概要[J]. 中国循环杂志, 2023, 38(6): 583-612.
- 9 Wang W, Liu Y, Liu J, et al. Mortality and years of life lost of cardiovascular diseases in China, 2005-2020: Empirical evidence from national mortality surveillance system[J]. Int J Cardiol, 2021, 340: 105-112.
- 10 中国生物医学工程学会体外循环分会, 赵举, 黑飞龙, 等. 2021 年中国心外科手术和体外循环数据白皮书[J]. 中国体外循环杂志, 2022, 20(4): 196-199.
- 11 国家心血管病医疗质量控制中心, 国家心血管病专家委员会. 2022 年中国心血管病医疗质量概述[J]. 中国循环杂志, 2023, 38(5): 482-495.

(收稿日期 2023-10-10)

(本文编辑 葛芳君)

(上接第 348 页)

4 展望

“融合教学模式、整合教学内容、融合科学研究思维”的科学研究型教学模式不仅注重基础与临床的结合, 也引导学生思考现有治疗方法中的不足之处或发展趋势, 加大对科学研究思维的培养, 并在时间允许范围内进行一定的科研文献学习和科研实验开展, 进行有益的科研探索。并邀请不同领域的专家学者讲授不同领域的科研进展和成果, 旨在通过学科交叉、碰撞, 开拓研究生的视野, 启迪其创新思维。

目前, 非临床专业《内科学》的“研究引领教学”教育理念不断完善, 培养目标具体细化, 相应的培训策略不断调整更新, 建立和健全科学研究型教学培养体系, 为培养高质量、满足社会需求的口腔医学复合型、高素质创新型人才奠定了坚实的基础。

参考文献

- 1 刘爽, 吕冬霞, 张鹏霞. 研究型教学模式在“细胞吞噬作用”实验教学中的应用[J]. 生命的化学, 2020, 40(5):

789-793.

- 2 杨美华, 邢茂迎, 刘轶永, 等. 非临床专业学生临床课程教学实践与体会[J]. 解放军医院管理杂志, 2015, 22(9): 873-874.
- 3 黄薇, 罗玲, 熊宇. 口腔医学专业学位研究生培养目标与实施策略分析[J]. 现代医药卫生, 2022, 38(1): 335-337.
- 4 桂宝恒, 李春燕, 桂春绒. 医教研三位一体的医学遗传学教学模式构建[J]. 创新创业理论与实践, 2022, 5(15): 151-154.
- 5 张乐莎, 张平平, 王烈成. 医学相关非临床专业生理学教学探讨[J]. 基础医学教育, 2017, 19(5): 332-334.
- 6 刘亚森, 袁小飞, 赵自刚. 医学生 PBL 教学案例设计与撰写[J]. 卫生职业教育, 2020, 38(9): 81-82.
- 7 陈平, 杨胜利, 莫赛军, 等. 医学生科研与创新训练融入肿瘤学教学中的探索与实践[J]. 肿瘤基础与临床, 2017, 30(8): 364-367.
- 8 李健, 苏庆宇. 研究性教学在现代控制理论课程中的应用与持续改进[J]. 中国现代教育装备, 2022, 389(7): 119-121.

(收稿日期 2023-12-04)

(本文编辑 葛芳君)