

动物在体心脏传导系统标测技术的研究生教学新模式探索

王小康¹, 赵若瑾², 吕昀徽¹, 岳广新¹, 刘尚雨³, 贺婷¹, 彭鹏¹, 孟亮¹, 李巨波¹, 张宝杰¹, 申晨¹, 崔永春¹, 王欣^{1,2}

(1. 北京协和医学院, 中国医学科学院阜外医院, 国家心血管病中心, 心血管疾病国家重点实验室, 心血管植入材料临床前研究评价北京市重点实验室, 动物实验中心, 北京 102800; 2. 北京协和医学院, 中国医学科学院阜外医院, 国家心血管病中心, 心血管疾病国家重点实验室, 心脏外科中心, 北京 100037; 3. 北京协和医学院, 中国医学科学院阜外医院, 国家心血管病中心, 心血管疾病国家重点实验室, 心律失常中心, 北京 100037)

[摘要] **目的** 探索一种“理论授课-实体操作-5WHYs分析-针对性强化训练-考核”(STIM)临床技能教学新模式。**方法** 10名教育背景和技术水平相当的心血管专业研究生, 分别接受STIM模式($n=5$)和传统“理论-操作-考核”(TPT, $n=5$)模式心脏传导系统解剖及电生理标测专项技术教学, 通过比较两组学生的考核成绩, 对两种教育模式的教学效果进行评价。**结果** 与TPT组比较, STIM组学生对心脏传导系统解剖位置和结构的理论知识掌握更加扎实, 电解剖图、电压图、电激动图和电传导图的构建和解读更快, 且准确度更高。**结论** STIM教学模式能够有效提升研究生临床基本手术技能, 调动学生学习的主动性, 是一种值得心血管专业研究生教学中广泛推广的专项技能强化教学模式。

[关键词] 心血管外科; 动物实验; 研究生; 教学模式; 心脏传导系统

[中图分类号] R-332; Q95-33 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1674-5817(2022)05-0466-06

A Novel Model for *in-vivo* Training of Postgraduates on Cardiac Electrical Conduction System Mapping Skills

WANG Xiaokang¹, ZHAO Ruojin², LÜ Yunhui¹, YUE Guangxin¹, LIU Shangyu³, HE Ting¹, PENG Peng¹, MENG Liang¹, LI Jubo¹, ZHANG Baojie¹, SHEN Chen¹, CUI Yongchun¹, WANG Xin^{1,2}

(1. Beijing Municipal Key Laboratory for Pre-clinical Evaluation of Cardiovascular Implantation Devices, Animal Experimental Center, State Key Laboratory of Cardiovascular Disease, National Center for Cardiovascular Diseases, Fuwai Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 102800, China; 2. Cardiac Surgery Center, State Key Laboratory of Cardiovascular Disease, National Center for Cardiovascular Diseases, Fuwai Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100037, China; 3. Arrhythmia Center, State Key Laboratory of Cardiovascular Disease, National Center for Cardiovascular Diseases, Fuwai Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100037, China)

Correspondence to: WANG Xin (ORCID: 0000-0003-1554-7802), E-mail: fuwaiwangxin@188.com;

CUI Yongchun (ORCID: 0000-0002-7636-4244), E-mail: cuiyongchun@fuwai.com

[ABSTRACT] **Objective** StandardizationTo explore a novel special technique intensive mode (STIM) of teaching cardiac conduction system mapping skills. This method includes theoretical lecture, *in vivo* operation, 5-whys methods of analyses, intensive-problem oriented trainings, and assessments. **Methods** Ten post-

[基金项目] 北京协和医学院研究生教育教学改革项目“心血管外科研究生课程教育盲点——心脏传导系统解剖”(10023201800203/2018E-JG04)

[第一作者] 王小康(1998—),女,硕士研究生,研究方向:心血管疾病基础研究。E-mail: k15042429018@163.com

赵若瑾(1996—),女,硕士研究生,研究方向:心血管外科。E-mail: 675801165@qq.com

[通信作者] 王欣(1971—),男,医学博士,主任医师,研究方向:心血管外科。E-mail: fuwaiwangxin@188.com。ORCID: 0000-0003-1554-7802

崔永春(1975—),女,医学博士,副研究员,研究方向:心血管疾病基础研究。E-mail: cuiyongchun@fuwai.com。ORCID: 0000-0002-7636-4244

graduates majoring in cardiology who have equivalent education backgrounds and technical levels were randomly divided into two groups ($n=5$ per group). All participants underwent a skill training on cardiac electrophysiology mapping, with one group training under the STIM and the other group under the traditional "theory-practice-test" (TPT) mode. The effect of these two educational techniques were evaluated at the end of the training. **Results** Postgraduates in the STIM group had a more solid grasp of the anatomical position and structure of the cardiac conduction system than those in the TPT group. During in-vivo operation, the students in the STIM group reconstructed and interpreted the electroanatomical maps, voltage maps, electric excitation maps, and electric conduction maps more accurately and quickly than those in the TPT group. **Conclusion** The STIM teaching mode more effectively improved the basic surgical skills of postgraduates, stimulated the students' learning initiative, and improved the quality of education. STIM is a kind of intensive teaching mode of special skills, and is worth widely implementing in the education of postgraduates majoring in cardiovascular diseases.

[Key words] Cardiovascular surgery; Animal experiment; Postgraduates; Teaching mode; Cardiac electrical conduction system

目前,中国心血管病患率及死亡率处于上升阶段^[1]。心律失常是心血管外科手术常见的并发症之一,术中心脏传导系统损伤是重要原因之一^[2]。然而,传统的心血管专业技术教学模式“理论-操作-考核”(theory-practice-test, TPT)是以临床授课老师为主导的持续输出方式,学生被动输入大量晦涩难懂的理论知识,且在基础理论尚未牢固掌握的情况下直接进行实践操作,这导致学生对心脏传导系统理论知识和临床技能的掌握状况均不理想^[3]。因此,如何将被动教育转化为主动、有针对性的教学,是临床教学工作不断探索的热点问题^[4]。

本研究拟探索一种完整的贯通式课程教学体系,即“理论授课-实体操作-五问(5WHYs)分析-针对性强化训练-考核”(special technique intensive mode, STIM),实现基础知识与实践操作相结合的心脏传导系统标测技术动物在体教学新模式,并对其教学效果进行评估。

1 研究对象与方法

1.1 对象选择

本研究共募集中国医学科学院阜外医院心血管临床专业在读硕士研究生10人,其中男生6名,女生4名;年龄25~35岁,平均年龄为 (29 ± 2) 岁,学员教育背景相近。随机分入对照组(TPT组, $n=5$)和实验组(STIM组, $n=5$),其中TPT组男生3人、女生2人,STIM组男生3人、女生2人,分别按TPT和STIM教学模式对学生进行心脏传导系统的解剖和标测训练。

1.2 实验动物

普通级雄性家猪2只,12月龄,体质量为70~80 kg,

购自中科奥格生物科技有限公司[SCXK(川)2019-032],动物质量合格证编号为511214800000006。本研究在中国医学科学院阜外医院动物实验中心[SYXK(京)2019-0041]完成。饲料购自北京三元禾丰牧业有限公司。动物实验方案获得阜外医院实验动物管理和使用委员会批准[文号:0102-1-2-ZX(X)-26]。实验用猪术前采用氯胺酮(10 mg/kg)和速眠新(2 mg/kg)肌肉注射诱导麻醉,术中用2%异氟烷维持麻醉。全部操作完成后,使用丙泊酚(2.5 mg/kg)将实验用猪深度麻醉,然后经静脉注射15%氯化钾溶液20 mL对实验用猪实施安乐死。

1.3 教学与考核

1.3.1 理论授课

采用小班授课方式,结合视频模拟教学课件,主要内容包括心脏传导系统的组成、形态结构、解剖定位、电传导路径、生理病理特点、心脏电生理标测的原理和方法,心脏外科手术常见心脏传导系统受损部位等,使学生熟悉心脏解剖结构,掌握心脏传导系统的解剖位置及电生理传导路径,为应用实验动物活体构建心脏传导系统的三维电生理结构解剖图和电导图奠定基础。

1.3.2 实体操作

10名学生分成2组,即TPT组和STIM组,每组各5人。每组使用1头实验用猪,均进行以下实体操作内容,即标测仪器操作、标测导管和起搏电极的置入路径及方法、标测特殊解剖部位的标识、电解剖图、电压图、电激动图、电传导图的构建及解读。带教老师示范操作,全程辅导。

1.3.3 5-WHYs分析

回顾理论培训和实体操作中所学知识，对重要知识点以及操作方法进行归纳。以问卷的方式汇总培训中学生遇到的问题，在示教老师指导下，首先识别问题，说明哪里存在问题。然后，澄清问题，汇总学生在实体操作中遇到的实际问题是什么，讨论应该如何做。其次，分解问题，将问题分解为小的独立的元素，例如：我还知道什么？还有其他子问题吗？再次，调查这个问题为什么发生，从而建立一个通向根本问题的原因-效果关系链。最后，思考采取什么样的纠正措

施能处理根本问题，以防止再发生。

1.3.4 针对性强化训练

示教老师针对 5-WHYs 中的问题进行总结回答，夯实理论基础。针对实体操作中存在的问题和薄弱环节制定强化训练计划，对 STIM 组学生进行强化训练，提高实操技能。

1.3.5 考核

培训结束后，由 2 名高年资医师对全程参与 TPT 和 STIM 模式培训的两组学生进行培训效果考核。考核时间为 1 h，考核内容与评分见表 1。

表1 心脏传导系统标测技术培训效果考核表

Table1 Assessment indicators for cardiac electrical conduction system mapping techniques during

序号	考核项目	评分
No.	Assessment indicators	Score
1	熟练操作标测设备,包括准确连接管路 Skilled operation of mapping equipment, including accurate pipeline connection	3
2	准确放置标测导管和起搏电极 Accurately place mapping catheter and pacing leads	2
3	准确识别标测电位,包括双电位、刺激电位 Accurately identify mapped potentials, including bipotentials and stimulation potentials	2
4	准确分辨标测图谱上的A波和V波 Accurately distinguish A wave and V wave on the mapping maps	2
5	正确构建并解读心脏解剖图 Correctly construct and interpret cardiac electroanatomical maps	2
6	正确构建电压图 Correctly build the voltage map	3
7	正确构建电激动图,用不同颜色实时显示电激动传导顺序 Correctly construct electrokinogram and display the electrical excitation conduction sequence in real time with different colors	3
8	正确解读心脏动态电传导图,通过动画模式立体动态地显示电激动传导速度和路径 Correctly interpret the cardiac dynamic electrical conduction map, and display the electrical conduction velocity and path dynamically through the animation mode	3

1.4 数据统计分析

应用 GraphPad 8 软件统计分析上述考核数据。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示，并用单侧 t 检验方法分析两组数据差异，计算 P 值，以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

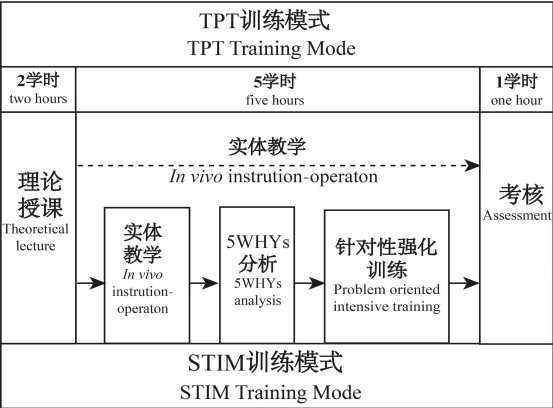
2.1 受训人员情况

10 名学生均完成全程培训及考核，培训流程如图 1 所示。两组教学时长均为 8 学时。

2.2 心脏传导系统的标测技术培训内容

示教老师首先示范标测解读心腔内电极放置位置（图 2A），解读腔内心电图谱（图 2B）；然后示教构建心脏电生理解剖图（图 2C）、电压图（图 2D）和电激动图（图 2E），并对其生理意义进行解读。学生通过

动物在体实践，加深了对心脏电生理解剖系统理论知识的掌握，熟悉标测技术要点。在 5WHYs 讨论分析环节，学生提出的主要问题是实验用猪在心血管解剖结构和电生理特征方面与人体是否有差异。带教老师利用标测过程中心脏冠状动脉造影图像，详细解读猪心脏的外形结构和主要血管的发出位置与人十分相近，但是猪的奇静脉直接汇入右心房，与人的奇静脉先汇入上腔静脉再汇入右心房有明显的不同。此外，实验猪的心电图 QRS 波肢体导联 II、III、aVF，胸前导联 V1-6P 波为负向波；而在正常人群中，V1-2 导联中 P 波的波型可为正向、正负双向，偶为负向，且 V3-6 导联中 P 波的波形多为正向。这些差异可能与猪的非直立位相关。以上这些解读可加深学生对于心脏电生理机制的理解。



注：虚线代表传统的TPT培训模式的流程，实线代表STIM训练模式的流程。5WHYs即五问分析法。

Note: The dotted line represents the traditional theory-practice-test (TPT) training mode, and the solid line represents the special technique intensive mode (STIM) training. 5 WHYs, five-question analysis method.

图1 心脏传导系统解剖和标测技术教育模式流程图

Figure 1 Flowchart of the technical education model of cardiac electrical conduction system anatomy and mapping techniques

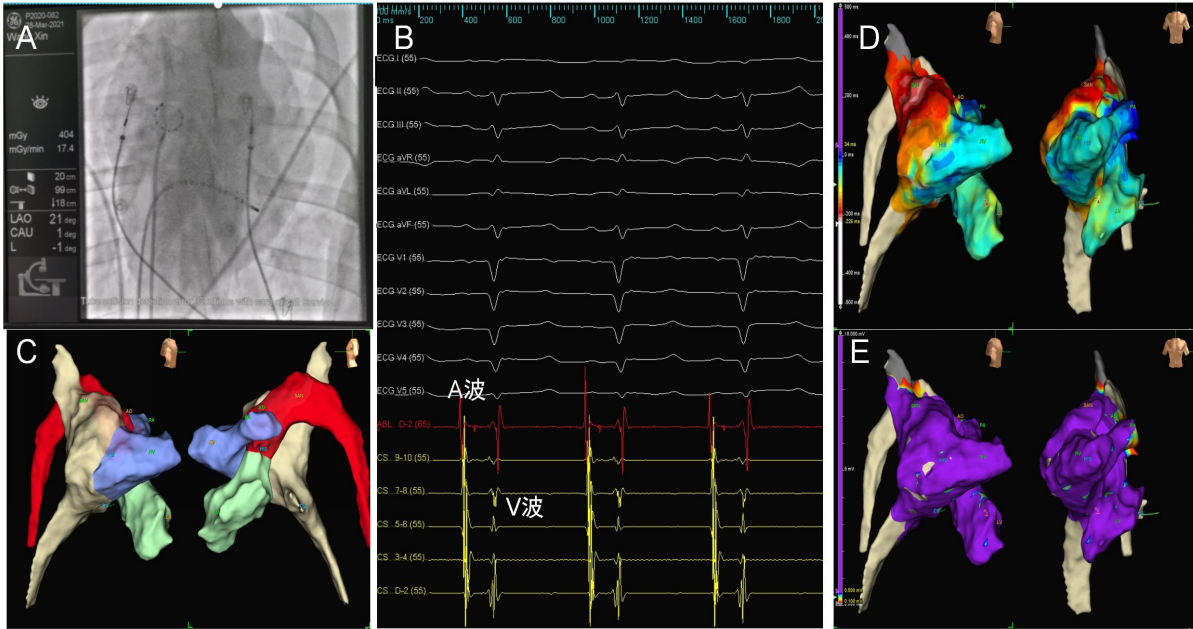
2.3 心脏传导系统标测技术培训中的问题分析

示教老师与学生总结和分析实践过程中存在的问题以及标测失败的原因，见表2。然后，针对存在的问题进行一对一指导。最后对腔内心电图解读和标测仪的使用标准操作规程等重点内容进行理论和实践的强化训练。

2.4 考核

STIM组中，总成绩优秀3人（占60%），良好2人（占40%）。TPT组中总成绩良好1人（占20%），中等3人（占40%），及格1人（占20%）。

STIM 组构建和解读心电解剖图得分为（2.0±0）分，TPT 组得分为（1.4±0.5）分；STIM 组构建和解读心电压图的得分为（2.6±0.5）分，TPT 组得分为（2.0±0）分；STIM 组构建电激动图的准确度（2.4±0.5）明显高于TPT 组（1.4±0.5），差异均有统计学意义（*P* < 0.05）。结果提示STIM 培训模式后心血管专业研究生学习效果提升具有有效性。



注：A 为透视下环状电极位于右心房；B 为心脏腔内心电图，其中A波代表心房波，V波代表心室波；C 为心脏 ensite 三维电解剖图，其中红色代表主动脉，蓝色代表右心室，绿色代表左心室，白色代表右心房；D 为心脏电激动传导代表性图片，传导方向为红-橙-黄-绿-青-蓝-紫；E 为心脏电压代表性图片，其中紫色代表电压高于0.5 mV 区域。

Note: A, The ring electrode is located in the right atrium under X ray. B, Intracardiac electrogram. The A wave represents atrial waves, and the V wave represents ventricular waves. C, 3D cardiac electroanatomical map generated using EnSite. The red, blue, green, and white regions represent the aorta, right ventricle, left ventricle, and right atrium, respectively. D, Representative images of cardiac electrical excitation conduction. The conduction sequence is red-orange-yellow-green-cyan-blue-purple. E, Representative images of cardiac voltage. The purple regions represent the areas where the voltage is higher than 0.5 mV.

图2 心脏腔内心电图检测及 Ensite 三维标测示教图

Figure 2 Intracardiac electrocardiogram detection and EnSite 3D mapping teaching diagram

表2 心脏电生理标测中存在的问题及原因分析
Table 2 Problem-and-reason analysis for cardiac mapping

组别 Group	问题 Problem	原因 Reason
TPT组	标测点位识别能力差,读图不够准确	电生理基础知识薄弱,尤其是关于腔内电图的知识掌握不牢;未形成关于平面
TPT group	确,标测仪管路连接错误率较高	X线影像与三维标测建模的整体认识;心脏电生理标测仪的使用不够熟练
STIM组	标测仪管路连接时而出错,花费时间	在使用心脏电生理标测仪时,学生的经验不足,操作不够熟练
STIM group	较长	

注: TBT指传统的“理论-操作-考核”教学模式; STIM指“理论授课-实体操作-5WHYs分析-针对性强化训练-考核”的临床技能教学新模式。
Note: TPT, Theory-practice-test mode; STIM, Special technique intensive mode.

3 讨论

STIM模式是一种以问题为导向的新型教学模式,它是在TPT模式的基础上增加了5WHYs分析和针对性强化训练两个教学流程。此种模式打破了单向传递知识的壁垒^[5],将“翻转课堂”的优势融入其中^[6],通过临床学生与教师之间的充分讨论答疑解惑,使其存在的问题得到解决,出现的技术问题得到强化练习。教师也可以据此个性化评估学生对知识和操作的掌握程度,从而达到因材施教,切实解决临床技术学习时出现的疑难问题,培养学生的自主学习能力。

3.1 心脏传导系统标测是心血管专业研究生必备的基本手术技术

由于心脏传导系统分布广泛且肉眼不可见,心脏外科手术中损伤传导系统的风险较高。尤其是瓣膜替换术、房室间隔缺损修补术、动脉调转矫治术中,传导系统受损的风险显著增加。所以正确且熟练掌握心脏传导系统解剖知识对心血管专业学生尤为重要。随着医学研究生熟练掌握心脏传导系统的相关知识的临床需求增强,心脏传导系统在心血管专业研究生教学中越来越受到重视。心脏传导系统标测是心血管手术中一项基本手术操作技术。熟练使用标测仪、准确连接管路、正确置入标测导管和起搏电极、准确识别双电位和刺激电位、准确分辨活体标测时的A波及V波、正确构建并解读心脏电解剖图和电压图、正确构建电激动图等,除了需要对理论知识的熟练掌握,更需要无数次实践操作练习总结的经验。将STIM培训模式运用到研究生心脏传导系统标测技术动物在体教学中,为研究生提供积累经验的机会,对提高心血管专业研究生教育质量,实现医学生“早临床、多临床、反复临床”的教育目标,培养医学人才具有重要意义^[7]。

3.2 STIM训练模式对于提高研究生心脏传导系统标测技术具有明显的优势效应

本研究采用小班理论授课和动物在体实操训练,并在单位时间内完成规定项目的效果评价。考核结果表明,STIM新教学模式与传统的TPT教学模式相比,显著增加了学生的动手实践机会,使学生在心脏传导系统解剖结构和电生理三维标测操作的教学实践中显示出质的飞跃。结果提示传统TPT的教学模式已经不能满足临床医学专业研究生临床实践需要,STIM模式则大大提高了理论和实践教学强度,是一种有效提高研究生临床技能类课程教学质量的方法。

3.3 STIM新培训模式的优点

(1) 充分调动学生的积极性和主动性。STIM培训模式在传统培训模式基础上增加了总结分析和针对性强化训练环节,学生相互交流心得体会,总结经验,积极主动找出操作过程中存在的问题,并由教师一对一指导进行针对性训练,保证学生的每一项操作都规范,提高学生参与感。(2) 学习效率高。STIM这种循序渐进、问题导向性、个性化训练的小班授课强化训练模式,有别于传统灌输式教育一轮学习过后直接考核的模式,是在一轮学习结束后,总结分析问题,以问题为导向再进行一轮强化训练,及时查漏补缺,提高学生学习效率。(3) 有助于降低实验动物在体操作过程中心律失常的发生率。心脏手术的任何一项操作都有可能损伤心脏传导系统,导致心律失常。了解心脏传导系统的解剖结构,学习并熟练掌握心脏电生理三维标测技术是心外科医生必备的基本技能。因此,心外科研究生接受标测技术强化训练,可以提升操作熟练度,积累临床经验,有助于全面掌握手术技能。

3.4 STIM培训模式的局限和展望

本研究存在的不足包括:接受STIM心脏传导系统解剖和电生理三维标测培训和知识考核的学生数量不

多, 培训实施的时间不长, 学生巩固知识的时间较短, 考核表中项目有待细化和完善等。但上述数据以及分析结果可以初步说明STIM是一个有助于心血管专业研究生提升个人心脏传导系统解剖和三维电生理标测能力的教学新模式。未来我们将继续致力于探索能够提升研究生教育教学质量与效率的方法, 例如开发用于心脏电生理标测用模拟教学用具, 扩大参与调查对象的数量, 以本研究STIM教学模式探索为基础, 努力寻找特色鲜明、能够有效提高临床研究生教学质量, 并有利于规范化培养高素质特色人才的教学新模式, 从而提高我国心血管专业研究生教育质量, 使其顺利转入临床。

[医学伦理声明 Medical Ethics Statement]

本研究涉及的所有动物实验均已通过北京协和医学院中国医学科学院阜外医院实验动物使用与管理委员会审核批准[No. 0102-1-2-ZX (X) -26]。所有动物实验操作均在中国医学科学院阜外医院动物实验中心完成, 符合国内外实验动物相关法律法规条例要求进行。

All animal experiments involved in this study have been reviewed and approved by the Institutional Animal Care and Use Committees (IACUC) of Fuwai Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences, Peking Union Medical College [Approval Letter No. 0102-1-2-ZX (X) -26]. All operations were performed in the Animal Experimental Center of Fuwai Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences in accordance with the requirements of laws and regulations related to experimental animals, including the guidelines such as *Animal Management Regulations* (01/03/2017), *Laboratory Animal: Guideline for Ethical Review of Animal Welfare* (GB/T 35892-2018), ARRIVE 2.0, IGP 2012 and IAVE 2010.

[作者贡献 Author Contribution]

王欣和崔永春提出研究思路; 王小康、赵若瑾、吕昀徽、贺婷和岳广新负责数据分析和撰写论文; 刘尚雨、彭鹏、孟亮、李巨波、张宝杰和申晨负责动物实验; 崔永春审阅论文。

[利益声明 Declaration of Interest]

所有作者均声明本文不存在利益冲突。

[参考文献 References]

- [1] ZHENG Z, XU B, ZHANG H, et al. Coronary artery bypass graft surgery and percutaneous coronary interventions in patients with unprotected left main coronary artery disease[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2016, 9(11): 1102-1111. DOI: 10.1016/j.jcin.2016.03.039.
- [2] HABIB G, LANCELLOTTI P, ANTUNES M J, et al. 2015 ESC guidelines for the management of infective endocarditis[J]. Revista Española De Cardiol Engl Ed, 2016, 69(1): 69. DOI: 10.1016/j.rec.2015.12.002.
- [3] 曾霞, 王启辉, 唐深, 等. Sandwich教学法在医学免疫学理论课课堂教学的应用及体会[J]. 教育现代化, 2020, 7(1):161-162, 166. DOI:10.16541/j.cnki.2095-8420.2020.01.063.
ZENG X, WANG Q H, TANG S, et al. Application and experience of sandwich teaching method in classroom teaching of medical immunology theory course[J]. Educ Mod, 2020, 7(1): 161-162, 166. DOI: 10.16541/j. cnki. 2095-8420.2020.01.063.
- [4] 魏盛, 耿希文, 徐凯勇, 等. 基于互联网交互平台三明治教学法在医学实验动物学教学中的应用[J]. 实验动物与比较医学, 2021, 41(3):266-270. DOI:10.12300/j.issn.1674-5817.2020.114.
WEI S, GENG X W, XU K Y, et al. Application of sandwich teaching method based on Internet interactive platform in teaching of medical experimental zoology[J]. Lab Animal Comp Med, 2021, 41(3):266-270. DOI:10.12300/j.issn.1674-5817. 2020.114.
- [5] 胡尔西旦·阿布都米吉提, 乌都木丽, 阿仙姑·哈斯木. "互联网+"背景下病理学线上线下混合式教学实践[J]. 教育教学论坛, 2020(18):169-171.
Huierxidan Abudumijiti, wudumuli, ayshamgul Hasim. On blended teaching practice of pathology in the context of Internet+[J]. Jiaoyu Jiaoxue Luntan, 2020(18):169-171.
- [6] 董张及, 储丹丹, 顾芸, 等. 翻转课堂在研究生分子生物学技术课程中的设计与实践[J]. 中华医学教育探索杂志, 2019, 18(2):135-139. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-1485.2019.02.007.
DONG Z J, CHU D D, GU Y, et al. Application of Flipped Classroom in postgraduate molecular biology technology teaching[J]. Chin J Med Educ Res, 2019, 18(2):135-139. DOI:10. 3760/cma.j.issn.2095-1485.2019.02.007.
- [7] 余结根, 陶香香, 汪全海, 等. 提高医学院校临床学院教学质量的探索与实践[J]. 淮南职业技术学院学报, 2015, 15(3):84-86. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4733.2015.03.022.
YU J G, TAO X X, WANG Q H, et al. Exploration and practice of improving teaching quality in clinical college of medical colleges[J]. J Huainan Vocat Tech Coll, 2015, 15(3):84-86. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4733.2015.03.022.

(收稿日期: 2022-04-28 修回日期: 2022-06-06)

(本文编辑: 张俊彦, 富群华, 周烁)