·研究生教育·

外科学专业型硕士研究生手术机器人基础培训课程的方案构建与应用

贺漫青　郜小帅　张超　陈小玲　曾多　何霄　熊茂琦　韩英　肖然　蒲丹　王坤杰
四川大学华西临床医学院临床技能中心，成都 610041
通信作者：王坤杰，Email：wzwzlwww@qq.com

【摘要】 **目的**　探索以外科学专业型硕士研究生（后文简称外科专硕）为代表的低年资医师的机器人手术基础培训课程方案。**方法**　以四川大学华西临床医学院 2023 级临床医学一年级在读外科专硕 37 人为培训对象，于 2023 年 9 月至 12 月开展机器人外科手术学基础课程 36 学时并考核，培训内容包括理论教学、手术观摩及见习、手术机器人装机培训、虚拟现实培训（镜头控制和离合控制）和干箱培训（套圈、夹珠和缝合打结）。**结果**　全部受训专硕均完成 5 项操作培训并考核，全部训练项目考核成绩均优于第 1 次训练成绩[虚拟现实培训-镜头控制：（15.03 ± 1.11）vs.（19.58 ± 1.40），t=1.655；虚拟现实培训-离合控制：（15.22 ± 1.21）vs.（19.25 ± 1.24），t=0.759；干箱培训-套圈：（10.73 ± 5.51）vs.（15.49 ± 4.81），t=−0.159；干箱培训-夹珠：（13.38 ± 3.14）vs.（17.49 ± 4.11），t=0.015 和干箱培训-缝合打结（6.00 ± 6.42）vs.（11.05 ± 3.28），t=−0.759，差异均具有统计学意义（P<0.001）。37 名受训专硕在教学目标达成度、课程方案满意度、教学创新性认同度、教学环境和硬件满意度、考核方案满意度、课程整体满意度 6 方面评分平均分均高于 4 分；虚拟现实培训和干箱培训的 5 个训练项目为最受欢迎的课程内容。**结论**　机器人手术是微创外科未来的发展方向，有必要对外科专硕等低年资医师开展机器人手术基础培训，培训课程方案设置上应符合掌握学习理论，充分保障技能训练时长，根据教学对象实际情况预留灵活调整空间。同时，应进一步探索分层分级的机器人培训课程体系，实现从入门到精通的成长路径。

【关键词】 手术机器人；　机器人手术基础培训；　手术机器人培训课程；　手术机器人培训方案
【中图分类号】 R-05
基金项目：四川省高等教育人才培养质量和教学改革项目（JG2024-0016）
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20241025-02206

Construction and application of a training course and scheme on Fundamentals of Robotic Surgery for professional master's students in surgery

He Manqing, Gao Xiaoshuai, Zhang Chao, Chen Xiaoling, Zeng Duo, He Xiao, Xiong Maoqi, Han Ying, Xiao Ran, Pu Dan, Wang Kunjie
Simulation Center, West China School of Medicine, Sichuan University, Chengdu 610041, China
Corresponding author: Wang Kunjie, Email: wzwzlwww@qq.com

【**Abstract**】 **Objective**　To explore and practice the training course and scheme on Fundamentals of Robotic Surgery for junior physicians represented by the professional master's students in surgery. **Methods**　A total of 37 first-year professional master's students in surgery enrolled in September to December 2023 at the West China School of Medicine, Sichuan University, participated in training and assessment in a 36-class hour course of Fundamentals of Robotic Surgery. The training included theoretical teaching, surgical observation and practice, surgical robot installation training, virtual reality training (camera control and clutch control), and dry-box training (ring transfer, bead transfer, and suturing/knot-tying). **Results**　All students completed five operational training modules and assessment. The assessment results of all training items were significantly improved compared to the first training [virtual reality training-camera control, (15.03 ± 1.11) vs. (19.58 ± 1.40), t=1.655; virtual reality training - clutch control, (15.22 ± 1.21) vs. (19.25 ± 1.24), t=0.759; dry-box training-ring transfer, (10.73 ± 5.51) vs. (15.49 ± 4.81), t=−0.159; dry-box training-bead transfer, (13.38 ± 3.14) vs. (17.49 ± 4.11), t=0.015; and dry-box training-suturing/knot-tying, (6.00 ±

6.42) vs. (11.05 ± 3.28), t=−0.759]. All differences reached statistical significance (P<0.001). The average scores of 37 participants were above 4 in the six aspects of achievement of teaching objectives, satisfaction of course and scheme, recognition of teaching innovation, satisfaction of teaching environment and hardware, satisfaction of assessment scheme, and overall satisfaction of course. The five training items of virtual reality training and dry-box training were the most favored components of the course. **Conclusions** Robotic surgery represents the direction in the future development of minimally invasive surgery. It is necessary to carry out training of Fundamentals of Robotic Surgery for junior physicians such as professional master's students in surgery. The training course and scheme should conform to the master learning theory, fully guarantee the duration of skill training, and reserve flexible adjustment space according to the actual situation of teaching objects. Moreover, the hierarchical robot training course system should be further explored to support progressive skill acquisition from basic to advanced levels.

【**Key words**】 Robotic surgery; Training for fundamentals of robotic surgery; Robotic surgery training course; Robotic surgery training scheme

Fund program: Sichuan Province Higher Education Personnel Training Quality and Teaching Reform Project (JG2024-0016)

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20241025-02206

机器人在外科手术中的应用已有大约 35 年的历史，目前的主流手术机器人采用了主从式操作，即医生通过远程工作站控制机器人完成手术[1]。机器人手术充分体现了手术微创化的优势，有效减少术中出血量、减轻术后疼痛、降低术后感染发生率、缩短术后住院时间。同时，相较于传统腹腔镜手术，机器人手术可提供高清三维图像和灵活的机械臂，能消除术者颤动，并提高解剖部位的可及性，术者的手术操作过程也更舒适[2]。目前，机器人外科手术技术已快速发展为微创外科标志性技术，未来必将成为外科主流技术[3]。但作为基于高端医疗装备的最前沿医疗技术，其培训机会少，硬件要求高，年轻医师和医学生接触机会少。因此，本研究尝试探索以外科学专业型硕士（后文简称“外科专硕”）为代表的低年资医师的机器人手术基础培训课程方案，以鼓励他们早期接触并掌握临床前沿技术，落实医教协同的育人目标。

1　对象与方法

1.1　受训对象

2023 年 9 月至 12 月，四川大学华西临床医学院 2023 级临床医学一年级在读外科专硕自由选课，选课要求为进入课程前有开放性手术基础，无手术机器人操作经验，无手术机器人操作证书，无其他理论先修课要求。最终有 37 名专硕选课，其中男生 35 名，女生 4 名，外科专业 29 名，妇产科专业 2 名，其他外科专业 6 名。所有研究对象对本研究内容均已知情同意。

1.2　课程方案

本研究依托机器人外科手术学基础课程。每课时 45 min，总课时数 36，周内课时为 4，共计 9 周完成教学培训。其中理论讲授 14 课时；手术观摩及见习 10 课时；实践技能训练 12 课时。

1.2.1　课程目标

课程旨在拓宽外科专硕对医学前沿技术发展的认识和掌握，提高机器人手术外科学基本操作技能，激发创新思维能力及临床实践能力，提高岗位胜任力。其中：①知识目标：要求掌握手术机器人系统和常用器械的基本知识，掌握机器人手术的基本布孔原则；熟悉机器人手术在外科各专科的应用特点；了解机器人外科手术发展概况。②技能目标：要求熟练完成手术机器人的镜头控制、离合控制、器械切换和双手协作；基于局部训练模块熟练完成套圈、夹珠和缝合打结 3 项操作。③态度目标：激发外科学学习兴趣，拓宽受训专硕对医学前沿技术发展的认识，启发受训专硕以机器人手术相关问题为切入点，进一步创新和探索相关科学问题，拓宽医工融合创新思维。

1.2.2　理论教学

针对课程的知识和态度目标，每 6~7 人一组，采用分组讨论式教学，每次 2 课时（90 min），共 7 次课。授课内容包括机器人外科手术概述，机器人手术在泌尿外科、胸外科、肝胆胰外科、胃肠外科和妇科手术中的应用，以及机器人手术的医护配合与手术室管理等。

1.2.3　手术观摩及见习

针对课程的知识目标，为了解手术机器人在专科的具体应用，采用手术直播或录播观摩教学，由带习教师讲解手术步骤，并组织分组讨论，每次 2 课时（90 min），共 5 次课。手术术式覆盖泌尿外科、胸

外科、肝胆胰外科、胃肠外科和妇科的常见机器人手术类型。

1.2.4　手术机器人装机培训

此培训与理论教学和手术观摩及见习同步进行，无先后顺序。采用机器旁讲解和实践教学，2课时（90 min），受训专硕2人一组协作，轮流训练手术机器人开机、装机、器械接驳、器械更换、撤机和关机流程。本环节和以下2个环节师生比均为1∶10，学员–模拟设备比均为10∶1。

1.2.5　虚拟现实培训

利用机器人模拟培训系统SimNow®轮流完成实践训练，带习教师实时指导并反馈，共4课时（180 min）。依序训练镜头控制和离合控制2个项目。2个项目训练时间受训专硕自由分配。采用该系统评分，评分≥90分（满分100分）或已达最长训练时长4课时，可进入下一训练项目。

1.2.6　干箱培训

通过虚拟现实培训考核后，方可进入此阶段。利用真实手术机器人系统，基于局部手术模块轮流完成干箱培训，带教教师实时指导并反馈，共6课时（270 min）。依序训练套圈、夹珠和缝合打结3个项目。3个项目训练时间受训专硕自由分配。采用自制操作评分表由带习教师评分，评分≥12分（满分20分）或已达最长训练时长6课时，可进入下一训练项目或最终考核。

1.3　考核方案和教学效果评价

1.3.1　操作考核

平时训练得分：虚拟现实培训中，由受训专硕自行拍照并上传每次训练后的机器人模拟培训系统评分；干箱培训中，由带习教师评分并记录第1次训练成绩、训练2、4、6课时后的阶段性训练成绩。

操作考核得分：受训专硕自评能力达到可提前考核，训练时长达上限则必须考核。虚拟现实培训仍为机器人模拟培训系统评分；干箱培训由带习教师采用自制评分表现场观察评分。

1.3.2　问卷调查

课程和考核全部结束后面向全部受训专硕发放自制调查问卷。问卷主要由等级评分量表、少量多选题和填空题构成，其中受训专硕对每项评分内容打分，最满意/最认同打5分，最不满意/最不认同打1分，且只能打整数分。问卷主要内容包括受训专硕对教学目标达成度、课程方案满意度、教学创新性认同度、教学环境和硬件满意度、考核方案满意度、课程整体满意度等方面。

1.4　统计学方法

采用Excel 2016软件建立数据库，采用SPSS 18.0软件进行数据统计处理。计量资料采用均数±标准差表示，结果组间比较采用重复测量方差分析。检验水准α=0.05。

2　结果

2.1　受训专硕培训前后及过程考核指标比较

全部受训专硕均完成5项操作培训并考核，每项考核满分20分，及格分为12分。全部训练项目考核成绩均优于第1次训练成绩，差异具有统计学意义。除夹珠和缝合打结项目外，其余3个项目成绩均随训练时长而提高，且差异均有统计学意义。而夹珠项目中，训练4课时与训练6课时的阶段成绩差异没有统计学意义。缝合打结项目，训练2课时与训练4课时差异没有统计学意义；虽然最终考核成绩显著高于第一次训练时成绩，但考核平均分<12分，未达到及格标准（表1）。

2.2　受训专硕问卷调查结果

向受训专硕共发放问卷37份，回收有效问卷37份，有效问卷回收率100.00%。调查结果表明，教学目标达成度、课程方案满意度、教学创新性认同度、教学环境和硬件满意度、考核方案满意度、课程整体满意度共6项，受训专硕评分平均分均高于4分（表2）。受训专硕最喜欢的课程内容为虚拟现实培训和干箱培训的5项技能训练（表3）。

表1　受训专硕培训前后及过程考核指标比较（分，$\bar{x}\pm s$）

项目	第1次训练成绩	训练2课时阶段成绩	训练4课时阶段成绩	训练6课时阶段成绩	考核成绩	P_1值	P_2值	P_3值	P_4值
虚拟现实培训–镜头控制	15.03±1.11	16.22±3.44	19.13±1.37	–	19.58±1.40	0.044	<0.001	–	<0.001
虚拟现实培训–离合控制	15.22±1.21	16.79±3.45	18.82±3.43	–	19.25±1.24	0.010	<0.001	–	<0.001
干箱培训–套圈	10.73±5.51	11.87±5.41	14.42±5.40	15.55±4.93	15.49±4.81	0.023	<0.001	0.028	<0.001
干箱培训–夹珠	13.38±3.14	15.22±3.41	17.73±3.33	17.48±3.05	17.49±4.11	0.018	0.001	0.646	<0.001
干箱培训–缝合打结	6.00±6.42	7.14±8.09	9.59±3.72	11.48±3.21	11.05±3.28	<0.001	0.092	0.002	<0.001

注：P_1值为培训2课时和第一次训练相比（对应的t_1值从上到下分别为2.08、2.74、2.38、2.49和3.88），P_2值为培训4课时和2课时相比（对应的t_2值从上到下分别为4.80、15.44、6.48、3.77和1.73），P_3值为培训6课时和4课时相比（对应的t_3值从上到下，后3项分别为2.29、–0.46和3.41），P_4值为考核成绩和第一次训练相比（对应的t_4值从上到下分别为1.66、0.76、-0.16、0.02和–0.76）。“–”表示无数据。

表2　受训专硕问卷调查结果（n=37，分，$\bar{x} \pm s$）

评分内容	学生评分
教学目标达成度	4.35 ± 0.63
课程方案满意度	4.30 ± 0.70
教学创新性认同度	4.35 ± 0.68
教学环境和硬件满意度	4.24 ± 0.68
考核方案	4.41 ± 0.60
课程整体满意度	4.22 ± 0.71

表3　受训专硕最受欢迎的课程内容

授课内容	人数[例(%)]
虚拟现实培训-离合控制	25(67.57)
干箱培训-缝合打结	24(64.86)
虚拟现实培训-镜头控制	20(54.05)
干箱培训-套圈	18(48.65)
干箱培训-夹珠	18(48.65)
机器人手术在泌尿外科的应用及手术观摩、见习	14(37.84)
机器人外科手术概述	12(32.43)
外科手术机器人系统及操作概述	11(29.73)
机器人手术在肝胆胰外科的应用及手术观摩、见习	8(21.62)
外机器人在胸外科常见手术中的应用及手术观摩、见习	7(18.92)
外科机器人在胃肠外科常见手术中的应用及手术观摩、见习	5(13.51)
外科机器人在妇科单孔手术中的应用及手术观摩、见习	5(13.51)
机器人手术医护配合及手术室管理	3(8.11)

3　讨论

3.1　面向低年资医师早期开展机器人手术基础培训的必要性

微创化和智能化必然代表着外科手术未来的发展方向，机器人手术也因此在全球范围内迅猛发展。而新技术的应用和推广势必离不开培训与考核，机器人手术培训工作更事关患者的生命安全和外科医生的职业安全，其重要性不言而喻[4]。

迄今为止，国内外机器人手术培训尚无统一标准[5-6]，现行培训方案多为相关公司自行拟定。而从商业利益出发，这些公司主导培训大多着眼于已在医疗机构执业的、有临床经验的医师，鲜少有公司向医学生、在读研究生等人群开放培训机会[7]。但已有文献表明，与新手相比，有大量腹腔镜手术经验的医师，在机器人手术基础培训中并无明显优势[8]，因此，没有必要对于机器人手术基础培训设置准入门槛，并非只有有经验的专科医师才能接受培训。

专硕以培养高素质临床医师为目标[9]，2014 年和 2017 年国家先后发文强调医教协同，以医疗需求为导向开展人才培养工作[10-11]。临床需求成为专硕教育教学的重要指导依据。以腹腔镜技术为例，国内已有大量院校面向住院医师，甚至本科实习生等青年医师群体开展基础技能培训，并取得良好成果[12-14]，其目的并非让这些新手群体在临床实践中具备实际工作能力，而更多的是早接触，早建立技术基础，以利于后期继续培养。同理，机器人手术技术的普及已是大势所趋，对于有条件的院校，无疑应尽早将其纳入教学目标，至少开设基础技能课程，以利于外科专硕早期接轨临床，了解学科前沿，增强学习兴趣和信心，拓宽学习视野。本研究中，受训专硕对于课程的总体满意度和最受欢迎的课程内容，都从不同侧面反映出以专硕为代表的低年资医师，对于机器人手术这项新技术充满求知欲和探索欲，青年医师接受并欢迎在职业早期接触并学习临床前沿技术。

3.2　专硕手术机器人基础培训课程方案应符合掌握学习理论

美国外科医师学会等 14 家机构早在 2012 年先后多次发布了关于机器人手术基础课程开发的指导性意见[15]，并验证了其有效性[16]。本研究充分借鉴参考该指导意见，结合 DeHaven 等[17]开设住院医师培训的经验，做出本地化调整。课程方案前期采用 Delphi 专家调查法院内咨询商讨，经我院临床医学学位评定分委员会审议通过，在兼顾知识和态度目标的基础上，将在课程教学和考核重点设置为基础技能教学，采用虚拟现实培训和干箱培训形式。经实践，值得总结的经验如下。

第一，本研究中所涉及的镜头控制等 5 个技能训练项目，经过 4~6 课时不等的训练后，受训专硕的考核成绩均优于第 1 次训练成绩，且除夹珠和缝合打结项目外，其余 3 个项目成绩均随训练时长而提高。这一结果说明充分地训练时间对于手术机器人基本技能的掌握至关重要，与掌握学习理论相符[18]。因此在设置手术机器人基础培训课程方案时，应充分考虑训练时长，在总课时有限的情况下，优先设置足量地训练课时，控制理论授课和观摩授课课时占比。同时应充分考虑学员-模拟设备比，考虑安排课后开放预约练习，补足每个受训者的训练时长。

第二，根据掌握学习理论，对于同等的教学目标，学习能力的差异将带来学习时长的差异。因此，对于手术机器人基础培训课程方案还应具有一定的灵活性，以满足个性化学习需求。本研究中，对于夹珠项目，受训专硕训练 4 课时与训练 6 课时的阶段成绩均大于及格分 12 分，且差异没有统计学意义，可能说明此项目 4 课时训练足以让大多数受训者达到教学目标，未来可以考虑缩减 2 课时。与

此相对的是，缝合打结项目，受训者训练2课时和4课时差异没有统计学意义，且经过6课时训练，最终考核平均分仍未及格，可能说明此项目训练时长不足，此项目训练课时不应少于6课时。

遗憾地是，本次研究只分析了课程开设以来的首批数据，未设对照组，且受课程总时长和样本量所限，尚无法较为准确地评估每个技能训练项目具体应增加或缩减的训练课时，同时也尚未针对课程目标中知识和态度目标形成完善的评价体系。未来，随着课程反复实施运行，团队将继续优化课程设置细节，完善考核评估方法。

3.3　分层分级的机器人培训课程体系的探索

本研究中的机器人手术基础培训课程，面向外科专硕，只涉及基本理论和基本技能的教学，主要采用理论授课、手术观摩和模拟训练，并不涉及真实临床场景，尚不能满足临床医疗需求。杨琨等[19]研究者也在2016年提出了“Basic、Ultra和Supe”初、中、高级机器人辅助手术培训体系。因此，完整的机器人培训课程应以此研究为起点，贯穿研究生和青年医师的职业生涯[20]，通过动物手术和临床实践等环节，不断精进，纵向延伸，最终通过分层分级的培训，达到从入门到精通的成长。

综上所述，机器人手术将引领微创外科未来的发展方向，基于医教协同育人目标，有必要面向专硕等低年资医师早期开展机器人手术基础培训，鼓励他们早期接触并掌握临床前沿技术。而在培训课程方案设置上应符合掌握学习理论，充分保障技能训练时长，根据教学对象实际情况预留灵活调整空间。同时，应进一步探索分层分级的机器人培训课程体系，实现从入门到精通的成长路径。

利益冲突　所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明　贺漫青：项目设计和实施、论文撰写；郜小帅：数据收集和分析；张超、陈小玲、曾多、何霄、熊茂琦、韩英、肖然：项目实施和数据收集、提供论文撰写建议；蒲丹、王坤杰：项目总设计和策划、论文修改和定稿

参考文献

[1] Morrell ALG, Morrelljunior AC, Morrell AG, et al. The history of robotic surgery and its evolution: when illusion becomes reality [J]. Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões, 2021, 48(2): e20202798. DOI: 10.1590/0100-6991e-20202798.

[2] Larach JT, Flynn J, Tew M, et al. Robotic versus laparoscopic proctectomy: a comparative study of short-term economic and clinical outcomes [J]. Int J Colorectal Dis, 2023, 38(1): 161. DOI: 10.1007/s00384-023-04446-1.

[3] 张旭等. 泌尿外科腹腔镜与机器人手术学[M]. 北京：人民卫生出版社，2022.

[4] Bahler CD, Sundaram CP. Training in robotic surgery: simulators, surgery, and credentialing [J]. Urol Clin North Am, 2014, 41(4): 581-589. DOI: 10.1016/j.ucl.2014.07.012.

[5] Ahmed K, Miskovic D, Darzi A, et al. Observational tools for assessment of procedural skills: a systematic review [J]. Am J Surg, 2011, 202(4): 469-480.e6. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2010.10.020.

[6] Dulan G, Rege RV, Hogg DC, et al. Content and face validity of a comprehensive robotic skills training program for general surgery, urology, and gynecology [J]. Am J Surg, 2012, 203(4): 535-539. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2011.09.021.

[7] 刘意抒，蔡丽萍，李建萍，等. 达芬奇手术机器人培训开展情况分析[J]. 解放军医院管理杂志，2018，25(7)：652-654. DOI: 10.16770/j.cnki.1008-9985.2018.07.016.

[8] Mehta A, Patel S, Robison W, et al. Can teenage novel users perform as well as General Surgery residents upon initial exposure to a robotic surgical system simulator? [J]. J Robot Surg, 2018, 12(1): 165-171. DOI: 10.1007/s11701-017-0715-z.

[9] 国务院学位委员会. 关于印发临床医学、口腔医学和中医硕士专业学位研究生指导性培养方案的通知[EB/OL]. (2015-05-29) [2024-10-25]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/moe_826/201506/t20150618_190613.html.

[10] 教育部等. 教育部等六部门关于医教协同深化临床医学人才培养改革的意见[EB/OL]. (2014-07-14) [2024-10-25]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/s7065/201407/t20140714_178832.html.

[11] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于深化医教协同进一步推进医学教育改革与发展的意见[EB/OL]. (2017-07-11) [2024-10-25]. https://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/11/content_5209661.htm.

[12] 慕逸飞，赵恩昊，叶光耀，等. 基于掌握性学习的外科住院医师规范化培训腹腔镜基础技能模拟教学实践[J]. 中国毕业后医学教育，2023，7(7)：571-574，579. DOI: 10.3969/j.issn.2096-4293.2023.07.014.

[13] 游清，孙强，姚骏，等. TBL教学法在外科住培学员腹腔镜手术基本操作教学中的应用[J]. 中国继续医学教育，2024，16(11)：38-42.

[14] 杨云川，崔培元. 腹腔镜手术基础培训体系在普通外科教学中的效果研究[J]. 中国继续医学教育，2023，15(8)：122-125.

[15] Smith R, Patel V, Satava R. Fundamentals of robotic surgery: a course of basic robotic surgery skills based upon a 14-society consensus template of outcomes measures and curriculum development [J]. Int J Med Robot, 2014, 10(3): 379-384. DOI: 10.1002/rcs.1559.

[16] Satava RM, Stefanidis D, Levy JS, et al. Proving the effectiveness of the fundamentals of robotic surgery (FRS) skills curriculum: a single-blinded, multispecialty, multi-institutional randomized control trial [J]. Ann Surg, 2020, 272(2): 384-392. DOI: 10.1097/sla.0000000000003220.

[17] DeHaven ME, Bowman D, Monroe N, et al. Fundamentals of robotic surgery: an objective and easily trackable curriculum for general surgery residency robotics training [J]. J Am Coll Surg, 2022, 235(5): S220-S221. DOI: 10.1097/01.xcs.0000894728.27045.d1.

[18] 姜冠潮，黄钢. 模拟医学[M]. 北京：人民卫生出版社，2022.

[19] 杨琨，张林，王行环，等. 浅论基于机器人手术辅助培训系统的“初、中、高”级培训体系[J]. 中华医学杂志，2016，96(18)：1396-1398. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2016.18.002.

[20] 郑浩翔，程继文. 机器人泌尿男科手术标准化培训与教育[J]. 中华男科学杂志，2020，26(8)：751-758. DOI: 10.13263/j.cnki.nja.2020.08.015.

（收稿日期：2024-10-25）
（本文编辑：唐宗顺）