

“一对三阶”培训模式下达芬奇手术机器人专科护士学习曲线分析

盛夏¹, 王彦¹, 李沪生², 郭澍², 张芹芹³

(1. 上海市第四人民医院体检中心 上海 200081; 2. 上海微创医疗机器人(集团)股份有限公司 上海 201203;
3. 海军军医大学第一附属医院生殖中心 上海 200433)

摘要 目的: 通过“一对三阶”培训模式研究达芬奇手术机器人专科护士的学习曲线, 为机器人护理团队建设提供临床参考。
方法: 选取2020年11月1日—2021年12月1日在海军军医大学第一附属医院机器人手术中心完成的64例机器人辅助手术, 随机分为A组($n=32$)和B组($n=32$)。A组由1名高年资护士担任巡回护士, 1名新护士担任洗手护士。B组由1名新护士担任巡回护士, 1名高年资护士担任洗手护士。通过“一对三阶”培训后, 记录并比较两组术前准备时间、建立无菌屏障时间和术后撤机时间, 寻找学习平台期, 绘制新护士达芬奇手术机器人专科培训的学习曲线。**结果:** 新护士作为洗手护士时, 需要进行15例术前设备连接以及无菌台车准备和20例无菌臂套准备, 才能达到学习平台期; 作为巡回护士时, 需要进行24例术后撤机及器械记录等工作, 才能达到学习平台期。**结论:** 通过“一对三阶”培训模式, 新护士需经历约20例达芬奇机器人辅助手术才可以熟练掌握洗手及巡回工作。

关键词 机器人手术系统; 护士培训; 学习曲线

中图分类号 R473.6 C975 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721(2025)04-0674-06

Analysis on the learning curve of Da Vinci robotic specialty nurses through the “one-to-one and three steps” training model

SHENG Xia¹, WANG Yan¹, LI Husheng², GUO Shu², ZHANG Qinqin³

(1. Physical Examination Center, Shanghai Fourth People's Hospital, Shanghai 200081, China; 2. Shanghai MicroPort MedBot (Group) Co. Ltd., Shanghai 201203, China; 3. Reproductive Center, the First Affiliated Hospital to Naval Medical University, Shanghai 200433, China)

Abstract Objective: To investigate the learning curve of Da Vinci robotic specialty nurses through the “one-to-one and three steps” training model, providing clinical insights for the development of robotic nursing teams. **Methods:** 64 cases of robot-assisted surgeries performed at the First Affiliated Hospital to Naval Medical University from November 1, 2020 to December 1, 2021 were included. They were randomly divided into the group A ($n=32$) and the group B ($n=32$). In the group A, one senior nurse acted as the circulating nurse and one novice nurse as the scrub nurse. In the group B, one novice nurse served as the circulating nurse and one senior nurse as the scrub nurse. After implementing the “one-to-one and three steps” training model, preoperative preparation time, sterile barrier establishment time, and postoperative shutdown time were recorded and compared between the two groups to identify the learning plateau. Then the learning curve for novice nurses in Da Vinci robotic specialty training were plotted. **Results:** When novice nurses acted as scrub nurses, 15 cases of preoperative device connection and sterile material trolley preparation, and 20 cases of sterile arm sleeve preparation were required to reach the learning plateau. When novice nurses acted as circulating nurses, 24 cases of postoperative shutdown and instrument documentation were needed to achieve the plateau. **Conclusion:** Through the “one-to-one and three steps” training model, novice nurses require approximately 20 Da Vinci robot-assisted surgery cases to proficiently master both scrub and circulating roles.

Key words Robotic Surgical System; Nurse Training; Learning Curve

基金项目: 上海市第四人民医院学科助推计划 (SY-XKZT-2022-2013)

Foundation Item: Shanghai Fourth People's Hospital Discipline Booster Program(SY-XKZT-2022-2013)

引用格式: 盛夏, 王彦, 李沪生, 等. “一对三阶”培训模式下达芬奇手术机器人专科护士学习曲线分析[J]. 机器人外科学杂志(中英文), 2025, 6(4): 674-678, 685.

Citation: SHENG X, WANG Y, LI H S, et al. Analysis on the learning curve of Da Vinci robotic specialty nurses through the “one-to-one and three steps” training model[J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2025, 6(4): 674-678, 685.

通讯作者 (Corresponding Author): 张芹芹 (ZHANG Qinqin), Email: 986801292@qq.com

达芬奇手术机器人作为外科手术的先进工具,近年来被广泛应用于妇科^[1]、心胸外科^[2]、胃肠外科^[3]、泌尿外科^[4]、胰腺外科^[5]等微创手术。机器人辅助手术虽然具有明显优势,如患者创伤小、恢复快,术者学习曲线短等^[6],但其护理团队的培训现状仍存在诸多挑战。国内外文献普遍指出,达芬奇手术机器人的技术复杂性对护理人员要求的更高。与传统手术相比,机器人辅助手术需要护理人员具备更深的技术理解和更灵活的操作能力,这直接导致了培训时间的延长和难度的增加,许多护理人员缺乏足够的机会进行实际操作和模拟训练,在面对临床场景时无法快速适应^[7]。部分培训课程内容单一,缺乏针对性,未能充分满足护理人员的实际需求,尤其是培养解决术中紧急问题的能力^[8]。此外,达芬奇手术机器人专科护士的学习曲线较为陡峭,护理人员需要经过大量的模拟训练和实际手术经验积累才能熟练掌握机器人护理的核心技术。早期阶段护理人员可能会面临操作不熟练、术中设备故障处理经验不足等问题,通常经过20~30台手术后,护理技能才会显著提升。但不同护理人员的学习进度存在显著个体差异^[9],因此,持续的培训和实践至关重要。海军军医大学第一附属医院于2010年建立达芬奇机器人手术中心,为更好地配合手术,摸索出“一对三阶”达芬奇机器人护理培训模式。本

研究旨在探讨“一对三阶”培训模式下达芬奇机器人专科护士的学习曲线,以期为机器人护理团队建设提供临床参考,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2020年11月1日—2021年12月1日在海军军医大学第一附属医院机器人手术中心完成的64例机器人辅助手术,采用随机数表进行分组,随机分为A组($n=32$)和B组($n=32$)。A组由1名高年资护士(定义为有腹腔镜和开放手术配合经验,经过培训并从事达芬奇手术配合工作 ≥ 3 年的护士)担任巡回护士,1名新护士(定义为有腹腔镜和开放手术配合经验 ≥ 0.5 年,但没有机器人手术配合经验的护士)担任洗手护士。B组由1名新护士担任巡回护士,1名高年资护士担任洗手护士。两组患者一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性(见表1)。

1.2 培训方法 本研究采取“一对三阶”培训模式,即“一对一”及“三阶梯”模式。“一对一”模式是指高年资护士一对一带教新护士的培训模式,包括实地操作指导、角色轮换训练以及手术录像回顾与反思。每个高年资护士至少在4例手术中以轮转的形式完成一对一培训。在完成3次模拟操作后,经验丰富的达芬奇机器人手术专科护士将带领新护

表1 两组患者一般资料比较 [$\bar{x}\pm s, n(\%)$]

Table 1 Comparison of general data between the two groups of patients [$\bar{x}\pm s, n(\%)$]

指标	A组 ($n=32$)	B组 ($n=32$)	t/χ^2 值	P 值
年龄(岁)	65.91 \pm 8.94	62.31 \pm 6.69	1.820	0.074
BMI(kg/m ²)	23.52 \pm 2.62	24.45 \pm 3.77	-1.14	0.261
手术时间(min)	121.91 \pm 63.17	117.94 \pm 58.64	0.26	0.795
性别			3.15	0.760
男	29(90.63)	32(100.00)		
女	3(9.38)	0(0.00)		
手术方法			0.48	0.976
机器人辅助根治性前列腺切除术	23(71.88)	23(71.88)		
机器人辅助胰十二指肠切除术	1(3.13)	1(3.13)		
机器人辅助肾部分切除术	3(9.38)	3(9.38)		
机器人辅助全膀胱切除术	1(3.13)	2(6.25)		
机器人辅助乙状结肠切除术	4(12.50)	3(9.38)		

士在实际手术过程中进行操作,让学员学习术中的关键步骤与护理配合,通过实际产生的问题进行有差别教学。资深护士不仅会直接参与手术护理,还会全程观察新护士的表现,并在合适的时机给予即时反馈。资深护士会让新护士轮流承担不同的角色,如器械护士、巡回护士等;一些医院或培训机构还会提供手术录像回顾环节,让新护士回看自己参与的手术录像,并与资深护士一起分析自己的表现。

“三阶梯”模式将培训划分为3个阶段:理论学习、模拟训练、实际操作指导。①在理论学习阶段,护理人员通常采用讲座、在线课程、专题研讨等形式进行结构化课堂教学、文献阅读和案例分析,以接受全面的理论知识培训。培训内容主要包括达芬奇手术机器人的工作原理及组成部件介绍;各类机器人辅助手术的护理流程,如手术准备、患者体位摆放、手术器械管理等;常见手术并发症及紧急情况的处理方法;手术安全管理,预防交叉感染和维护设备等。通过系统性课程,护理人员能够掌握达芬奇手术机器人的基本原理、操作步骤以及术中可能遇到的常见问题。通过阅读国内外相关文献,特别是手术案例报道,护理人员能够深入理解机器人辅助手术中的角色和职责,掌握如何配合外科医生,以及如何在手术的不同阶段快速做出反应。②模拟操作分为模拟器操作训练和团队合作模拟演练。培训内容主要包括使用达芬奇手术机器人进行基本任务操作,如器械的精确对接、切割、缝合等;操作设备的维护和消毒程序,如正确拆装器械并确保设备的无菌状态;在模拟场景中处理紧急情况,如器械故障或患者突发事件的应急处理;强化手术前后的准备工作和术中监控,确保每个操作步骤无缝衔接。护理人员可以通过模拟器熟悉达芬奇手术机器人的操作界面、器械安装、维护和术中突发问题的处理。模拟器可以复制实际手术中的操作环境和场景,提供逼真的手术体验,护理人员与外科医生、麻醉师等团队成员一起进行模拟手术,能够重点培养团队配合与沟通能力,有助于护理人员在实际操作中与其他医疗人员高效合作。③现场带教包括手术室实地操作和阶段性考核与反馈,护理人员进入手术室参与实际手术,在经验丰富的达芬奇手术机器人专科护士的指导下,逐步接触从术前准备到术

后护理的全过程。培训内容主要包括参与术前准备、手术器械的管理到术后清理的全流程操作;学习如何在术中与外科医生进行高效沟通和配合,确保手术顺利进行;处理突发情况,如术中设备故障、患者异常反应等应急处理;术后设备的维护与消毒,确保机器人设备的安全和卫生。通过一对一的现场操作指导,护理人员可以在真实环境中实践所学。实际操作过程中,护理人员需要定期接受技能考核,包括器械准备、手术配合以及应急处理能力。

1.3 观察指标 ①准备时间:记录两组洗手护士在切皮前所需的术前准备时间,包括洗手前机器人连接准备时间以及洗手后器械台准备时间。②建立无菌屏障时间:记录两组洗手护士套器械臂套所用的时间。③术后撤机时间:记录两组巡回护士在手术结束后整理机器人器械、撤除床旁推车及无菌臂套、记录器械使用次数等所用的时间。

1.4 统计学方法 本研究使用SPSS 19.0软件进行数据分析,计量资料采用均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,进行 t 检验;计数资料采用例数(百分比)[$n(\%)$]表示,进行 χ^2 检验。将患者按照手术顺序分为1~4组,每组8例,比较两组同一手术例数对应的观察指标,当 $P\geq 0.05$ 时,表示两组护士用时差异无统计学意义,提示出现学习平台期。

2 结果

对于准备时间、建立无菌屏障时间、术后撤机时间,新护士分别在完成8例、16例、24例手术后出现平台期($P>0.05$),见表2。通过Excel绘制学习曲线图,将手术例数作为自变量(X轴),将准备时间、建立无菌屏障时间、术后撤机时间作为因变量(Y轴),绘制两组护士的学习曲线。新护士作为洗手护士时,需进行15例术前设备连接以及无菌台车准备、20例无菌臂套准备,才能达到熟练的阶段,即在经历了约15例和20例手术后,洗手护士术前准备所需时间以及建立无菌屏障所需时间显著减少,提示已达到熟练操作阶段;新护士作为巡回护士时,需进行24例术后撤机、器械整理及记录工作,才能达到熟练水平,即在经历了约24例手术后,巡回护士术后撤机所需时间显著减少,提示已达到熟练操作阶段,总体趋势与表2结果基本相符(如图1~3)。

表2 两组手术用时比较 ($\bar{x} \pm s$)Table 2 Comparison of surgical time between the two groups of patients ($\bar{x} \pm s$)

指标	A组 (n=32)	B组 (n=32)	t值	P值	
准备时间 (min)	第1组 (n=8)	46.88 ± 6.36	30.63 ± 5.58	-5.43	<0.01
	第2组 (n=8)	41.00 ± 11.98	35.00 ± 2.27	-1.39	0.186
	第3组 (n=8)	27.63 ± 10.73	33.00 ± 4.69	1.29	0.215
	第4组 (n=8)	28.50 ± 6.57	30.75 ± 5.68	0.73	0.476
建立无菌屏障时间 (s)	第1组 (n=8)	563.63 ± 42.55	297.00 ± 27.04	-14.96	<0.01
	第2组 (n=8)	491.13 ± 64.06	312.88 ± 22.88	-7.41	<0.01
	第3组 (n=8)	365.25 ± 74.96	310.00 ± 20.54	-2.01	0.064
	第4组 (n=8)	318.38 ± 38.61	305.88 ± 30.40	-0.72	0.484
术后撤机时间 (min)	第1组 (n=8)	33.50 ± 5.24	47.63 ± 8.81	-3.79	<0.01
	第2组 (n=8)	34.00 ± 5.24	45.63 ± 8.45	-3.31	<0.01
	第3组 (n=8)	32.38 ± 4.66	43.75 ± 7.46	-3.66	<0.01
	第4组 (n=8)	30.88 ± 3.87	32.75 ± 3.45	-1.02	0.324

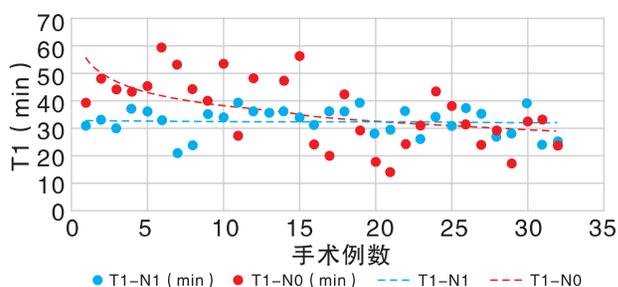


图1 洗手护士准备时间 (min)

Figure 2 Preparation time for scrub nurses (min)

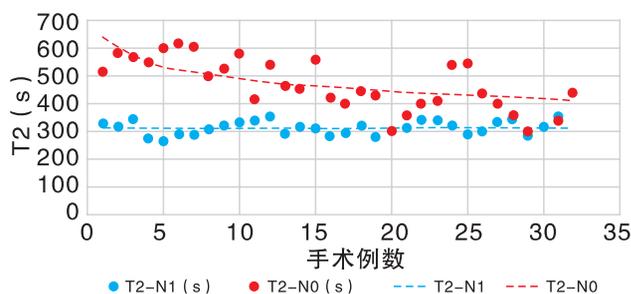


图2 洗手护士建立无菌屏障时间 (s)

Figure 2 Time for scrub nurses to establish a sterile barrier (s)

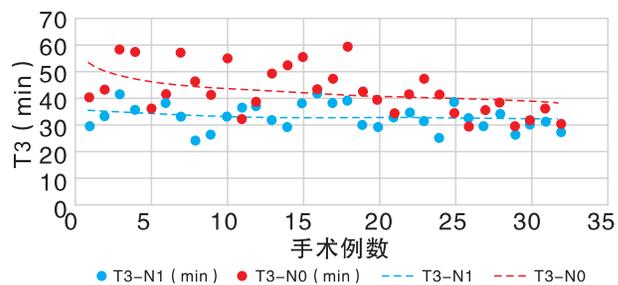


图3 巡回护士撤机时间 (min)

Figure 3 Withdrawal time for circulating nurses (min)

3 讨论

从2014—2024年,达芬奇手术机器人在中国的应用呈现快速增长趋势。截至2019年,中国已经安装了135台达芬奇手术机器人,分布在28个省份,涵盖泌尿外科、普通外科、胸外科等多个领域。手术量从2009年的339例增长到2019年的38991例,年增长率为60.7%,其中泌尿外科手术占48%,普通外科占25%,胸外科占13%^[10-11]。国内在香港与上海两地建立了达芬奇机器人手术培训中心,主要是采用“理论-实操-回顾-再实操”的集训方式。有研究显示^[12],此类专业培训中,外科医生占很大比例。目前,国内外大多数的文献也仅报道了外科医生培训效果或学习曲线^[13]。达芬奇机器人辅助手术对护理人员的要求相对较高。而护理人员的培训方式多为以老带新,从临床实操中积累经验,并没有一个量化的学习周期可供参考。这样的培训方式也受高值耗材的限制以及遇突发情况无法及时处理等多方面的因素。本中心曾派遣两名护士前往达芬奇机器人培训中心进行集训学习,分享总结经验时提出了3点不足:①科室经济成本过高;②内容局限于基础操作以及动物实验;③学习时间短,动手练习机会少。针对这3点不足,本中心积极开展机器人护理配合相关培训,探索出适合自身发展的“一对三阶”的培训新模式。“一对三阶”培训模式在培养护理人员操作达芬奇手术机器

人的能力方面展现了显著的优势,但仍然存在一些不足之处。

“一对三阶”培训新模式的优势主要体现在以下几方面。①系统性与渐进性:“一对三阶”培训模式通过理论学习-模拟训练-实际操作指导的分阶段培训,使护理人员能够逐步掌握复杂的机器人护理技能^[14]。这种循序渐进的方法有助于降低学习难度,减少新手在面对高科技设备时的焦虑感。②理论与实践相结合:该模式强调理论知识与实践操作的紧密结合,通过理论学习,护理人员能够建立扎实的知识基础,通过模拟训练和实际操作,护理人员能够强化实践技能。这种综合性的培训方式有助于提高护理人员的综合素质^[15]。③个性化指导:一对一培训环节提供了个性化的指导,资深专科护士根据新手的实际情况制定针对性的培训计划,及时纠正错误,提高学习效率^[16]。这有助于缩短护理人员学习曲线,加速技能掌握。④团队合作能力培养:培训中强调了对术中突发情况的处理,通过模拟和实际演练,护理人员的应急反应能力得到增强,能够更有效地保障患者安全^[17]。

“一对三阶”培训新模式的不足主要包括以下几方面。①培训资源需求高:该模式需要大量的培训资源,包括高成本的模拟器材、达芬奇手术机器人设备以及资深专科护士的投入^[18]。这对于一些医疗机构来说可能存在资金和人力限制。②培训时间较长:分阶段的培训需要较长的时间投入,从理论学习到实际操作需要数周甚至数月,这可能影响护理人员的工作安排和人力调配^[19]。③个体差异影响:护理人员的学习能力和适应性存在个体差异,一些学员可能在某一阶段停滞不前,影响整体培训效果^[20]。如何针对不同学习速度的学员调整培训进度是一个挑战。④模拟训练与实际操作的差距:尽管模拟训练提供了接近真实的环境,但仍无法完全复制手术中的复杂情况,这可能导致护理人员在实际手术中面对未知问题时感到措手不及^[21]。⑤缺乏标准化:目前,关于“一对三阶”培训模式的具体实施细节和评估标准在国内外尚未完全统一,导致培训效果可能存在差异^[22]。通过引入先进技术、标准化培训流程、扩大培训可及性以及加强持续专业发展等措施,可以进一步完善达芬奇机器人护理培训

体系,提升护理人员的专业技能和手术安全性。未来还需要国内外医疗机构和专业团体共同努力,推进达芬奇手术机器人护理培训的创新与发展。

本研究在新护士实操之前,通过“一对三阶”培训模式,在术前洗手护士准备、无菌屏障建立、术后撤机时间等多个关键操作时间段进行记录分析,从而估计护士的学习周期。本研究结果显示,新护士在通过培训之后,需要经历洗手工作和巡回工作各约20例,才能在术前准备、建立无菌屏障、术后撤机这3个关键时间段达到相对熟练的水平。

①准备时间:由表2可知,新护士该时段的平台期可能出现在8~16例,学习曲线在进行约15例手术后呈平缓趋势。笔者认为,前期腹腔镜学习的基础是否牢固是缩短这一时间段学习周期的重要因素。既往文献^[23-24]显示,机器人专科护士培训需至少经历30d的培训周期,因此建议机器人专科护士培训前需进行腹腔镜技能培训。②建立无菌屏障时间:由表2可知,新护士该时段的平台期可能出现在16~24例,学习曲线在进行约20例手术后呈平稳趋势。笔者认为,建立无菌屏障时间最能反应护士对机械臂操作的熟练程度,而该时段新护士与高年资护士的用时均值尚有差异,预计随着手术例数的增加,会出现第二个学习平台期,使得新老护士用时差异缩小。③术后撤机时间:由表2可知,新护士该时段的平台期可能出现在24~32例,学习曲线在进行约24例手术时趋于平缓。笔者分析,该时段是护士对机器人器械处理以及设备移动等综合能力的体现,学习例数较前两者更多。

综上所述,通过“一对三阶”培训模式,新护士需经历约20例达芬奇机器人手术才可以熟练掌握洗手及巡回工作。然而本研究受手术量以及新护士人数的限制,样本量较少,同时没有使用评价体系,仅在第三人的角度进行质量控制,在后续的研究中应有针对性地进行补充。

利益冲突声明: 本文不存在任何利益冲突。

作者贡献声明: 盛夏负责设计论文框架,起草论文;王彦负责实验操作、研究过程的实施;李沪生、郭澍负责数据收集,统计学分析,绘制图表;张芹芹负责拟定写作思路,指导撰写文章并最后定稿。

(下转 685 页)