

模块化培训模式在机器人手术配合训练中的应用

喻晓芬, 何茫茫

(浙江省人民医院·杭州医学院附属人民医院手术室 浙江 杭州 310014)

摘要 目的: 总结模块化培训模式在机器人手术系统辅助腹腔镜手术配合中护士的培训经验及效果。

方法: 回顾性分析并总结 2017 年 9 月-2019 年 9 月浙江省人民医院机器人手术配合护士运用模块化培训的方法。该培训体系包括 3 个模块: 第 1 阶段为初级模块培训, 包括机器人理论学习和专科理论学习, 并在培训前后对护士进行两个学习内容的分别考核; 第 2 阶段为中级模块培训, 包括操作技能、观看经典手术视频、模具仿真培训, 并在培训前后对护士模具仿真培训的准备时间、对接时间及应急处理时间分别进行计时; 第 3 阶段为高级模块培训, 即参与临床实践。对每名护士培训前后得分及操作完成时间进行比较。**结果:** 护士经初级模块培训后的考试成绩及中级模块培训后的操作完成时间明显优于培训前 ($P<0.05$), 且进入高级模块培训的所有护士经导师监督下完成 3 例手术后均能独立进行机器人手术配合。**结论:** 模块化培训模式能显著提高护士机器人手术配合的工作技能。

关键词 机器人手术系统; 手术室护理; 护士; 模块化培训

中图分类号 R608 R472.3 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2022) 03-0217-07

Application of modular training model in coordination training for robotic surgery

YU Xiaofen, HE Mangmang

(Operating Room, Zhejiang Provincial People's Hospital/People's Hospital of Hangzhou Medical College,
Hangzhou 310014, China)

Abstract Objective: To summarize and evaluate training effect of modular training mode on operating room nurses in robot-assisted laparoscopic surgery. **Methods:** The series of modular training on operating room nurses of Zhejiang Provincial People's Hospital for robotic surgery from September 2017 to September 2019 were retrospectively analyzed. The training system consists of three modules: primary or basic module, which includes the basic and specialized theoretical study on Da Vinci

收稿日期: 2021-01-29 录用日期: 2021-07-22

Received Date: 2021-01-29 Accepted Date: 2021-07-22

基金项目: 浙江省医药卫生科技计划项目 (2019RC101)

Foundation Item: Medical Health Science and Technology Project of Zhejiang (2019RC101)

通讯作者: 喻晓芬, Email: yxf4800@163.com

Corresponding Author: YU Xiaofen, Email: yxf4800@163.com

引用格式: 喻晓芬, 何茫茫. 模块化培训模式在机器人手术配合训练中的应用 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2022, 3 (3): 217-223.

Citation: YU X F, HE M M. Application of modular training model in coordination training for robotic surgery [J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2022, 3(3): 217-223.

surgical robot, and assessment was made before and after training; Ultra module, including operation skill training, training video watching and simulation training with training mold. The preoperative preparation, docking time and emergency processing time were counted respectively. Super module, which was the clinical nursing practice. The scores and operation time of each nurse were recorded and compared before and after training. **Results:** The scores of basic module and the operation time of secondary module of the nurses in modular training of robotic surgery after training are significantly better than before training ($P<0.05$). All nurses in super module training were able to cooperate independently after completing three cases under supervisor's supervision. **Conclusion:** Modular training mode could improve the coordination skills in robotic surgery, which is worthy of widely promotion in clinical practice.

Key words Robotic surgical system; Operating room nursing; Nurse; Modular training

达芬奇机器人为代表的手术机器人以其全新的理念和技术优势将手术的精确度和可信度提升到了一个全新的高度,该手术被认为是外科发展史上的一次革命^[1]。机器人外科手术系统克服了传统腔镜手术的局限性,开辟了微创外科的新时代。达芬奇机器人手术系统(Da Vinci surgical system, DVSS)具有光学放大10~20倍的高清晰3D立体图像,其EndoWrist器械可完全模仿真人手腕动作的7个自由度(甚至活动范围远大于人手)可以将手术医生的操作精确地传递至机械臂器械上,并对医生的动作进行等比例调整,从而过滤人手的抖动。达芬奇机器人手术系统以较好的人体工学等优点使微创和精准等符合当代外科主题和追求的理念得以很好地实现^[2-3],快速提升了我国微创外科领域的水平^[4],将手术的精度和可操作难度提升到了新的高度,促进了腔镜外科向实用、疑难、高危的大型手术延伸发展^[5]。但现阶段手术机器人的使用成本较高,使得机器人手术难以在临床中广泛开展^[6],这导致护士进行机器人手术护理配合实践操作的机会有限;并且护士在机器人领域知识面的局限性,导致难以对机器人手术的特点及配合原理进行全面深入剖析;另外,由于机器人手术与传统手术的护理配合存在巨大差异,为确保在手术过程中DVSS手术的护理配合更加安全,提高工作效率和手术配合质量,对护士

进行机器人手术护理配合的培训势在必行,培训方式的选择应遵循有效性和实用性的原则^[7]。与传统的操作技能培训形式相比,整合多种模拟训练模式更适合机器人外科手术系统的培训需求^[8]。模块化技能培训模式以岗位任务为依据设计相应模块,以工作流程为主线的任务模块具有鲜明的系统性、针对性、严密性和适用性^[9]。浙江省人民医院自2014年引进Da Vinci S四臂机器人系统以来,根据达芬奇手术机器人的特点及发展现状,运用模块化培训模式优化术中的护理配合,使该设备能够最大限度地发挥作用,提高了医疗服务水平,取得了良好效果。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选取2017年9月-2019年9月浙江省人民医院参与机器人手术配合培训的护士18名(女14名,男4名);手术室工作年限为4~30年,平均(8.4 ± 3.2)年;均为本科毕业,其中主任护师1名,副主任护师1名,主管护师5名,护师5名,护士6名。18名护士均已接受手术室基础能力的阶段性培训^[10],且具有腔镜专科手术配合2年以上的经验,其中7名护士经香港达芬奇机器人手术系统专业培训并取得专业上岗证书,11名护士经取得专业上岗证书的护士带教,在规定时间内完成指定操作,其中

所有操作均由获得专业上岗证书的3名护士通过主观评估法评估。

1.2 方法

1.2.1 确定授课老师

授课老师于2008年在美国接受训练、学习达芬奇机器人手术相关知识并获培训证书，回国后加入机器人外科博士后站，是国内最早开始该领域临床研究的护士^[11]。

1.2.2 设计培训模块

根据机器人手术系统辅助腹腔镜微创外科手术的特点，浙江省人民医院手术室结合香港达芬奇机器人手术系统专业培训经验，对护士的专科手术配合能力进行培训，结合授课老师的建议，本科室将培训内容分成初级（Basic）、中级（Ultra）、高级（Super）3个模块，其中初级模块包括理论知识，中级模块包括操作技能、观看经典手术视频、3D打印培训模具仿真训练，高级模块为参与临床实践。理论知识包括机器人相关理论知识、机器人手术系统的一般操作，以及在不同专科的应用、手术室布局、机器人手术系统准备、患者体位安置、床旁机械臂系统置入路径、显示屏紧急故障英文提示的识别和相应处理、术后器械处理，并请实施机器人手术的术者讲授本专业所开展机器人手术的手术方式、物品准备、手术步骤、专科手术特点、每一步骤关键点及对手术配合护士的要求等。操作技能包括与理论知识相匹配的物品准备、手术间布局、患者体位安置、无菌屏障建立、根据手术方式置入床旁机械臂系统、正确安置及更换器械、根据手术部位及组织特点挑选缝线并裁剪成合适长度、根据显示屏故障提示采取措施并及时排除故障、器械的终末处理及不能预测的应急处理（如因机器人手术系统辅助腔镜下难以控制的出血导致紧急中转腹腔镜或者开放手术时的配合）。最后，授课老师将1~2例

经典机器人手术视频进行整理，并将其拷贝到放置机器人手术系统的手术间计算机中，对护士进行3D打印培训模具的仿真培训。3D打印培训模具仿真培训是授课老师围绕理论讲授内容及操作技能设计的仿真场景，如前列腺癌根治术、原位回肠代膀胱术、不同段肝癌切除术、胰十二指肠切除术、子宫全切术、直肠癌根治术等，以便护士针对不同类别的手术以相对固定的轮次进行护理配合。高级模块培训由授课老师及熟悉本专业机器人手术配合的导师根据配合手术的具体情况设定。

1.2.3 实施培训

1.2.3.1 初级阶段培训：授课老师在计划手术配合前20d每天晚上7:00~8:00，采取问题导向式、启发式的教学方法，并与多媒体等教学工具相结合，向机器人手术配合护士讲解相关理论知识。每堂课授课结束后，由授课老师现场提问，了解培训效果。培训10d（10h）后，停课1周，进行理论考核，考核分数 ≥ 80 分的护士进入下一阶段培训，未达到该分数的护士继续复习1周，经再次考核达到标准分数后方能进入下一阶段学习。

1.2.3.2 中级阶段培训：授课老师及导师对初级阶段培训考核合格的护士实施技能培训，经过机器人培训的各科术者及助手在首次开展机器人手术前1周利用晚上休息时间及周末运用训练器械在3D打印培训模具中进行模拟操作时，需要配合护士针对手术类别进行相对固定轮次的机器人手术配合操作，并对各项操作进行录像，每次操作结束后医护同时复习录像并进行研讨学习，培训时间达到20h后，由授课老师或2名导师通过主观法对培训效果打分，考核分数 ≥ 90 分的护士进入下一模块培训。在拟行具体手术前1~2d，与手术医生一起观看该拟行手术的经典手术视频2~3次，每例视频观看结

束后与手术医生进行讨论切磋，由授课老师或者导师归纳总结。

1.2.3.3 高级阶段培训：配合护士经过初级、中级培训合格后进入临床实践，在进入临床实践的初始阶段需要授课老师或者导师进行监督指导；导师必须仔细观察学员的配合操作情况，并给予口头指导，必要时可接管配合，学员在导师的指导下完成3例手术配合后测评，3名导师通过主观法评估合格后，该护士培训完成。

1.2.4 评估培训效果

初级培训模块即理论授课效果评价，由授课老师及各专科术者医生根据相应授课内容制定试卷内容，机器人知识及专科知识各占50%。达芬奇机器人手术系统知识包括：系统组成及开关机注意事项10分，手术用物准备（注明英文及相应中文）10分，床旁机械臂系统置入点10分，术中故障识别20分；专科知识包括：根据手术方式采用的体位10分，术前物品准备10分，手术步骤10分，手术关注点20分；总分100分，试卷全部由单项或多项客观题组成，于培训前后分别进行考核。中级阶段采用考核3D打印培训模具的仿真培训效果，在授课老师、各专科术者及导师确认各项操作正确的基础上进行评价，计时培训前后完成操作的时间，以及准备及启动机器人手术系统时间（即准备时间），包括物品准备时间、体位安置完成时间、安装机械臂和内窥镜臂保护套时间、设立成像系统时间（包括设定黑白平衡和校正腔镜集合，确保两个光学通道融合成精确的高分辨率的3D图像）^[12]；机器人定位和安装时间（即对接时间），包括移动床旁机械臂系统到指定位置时间、协助完成Patient Car与穿刺器（Trocar）的对接时间；应急处理时间，包括术中每次故障识别及处理完毕时间、改变手术方式的配合完成时

间。高级阶段：从学员手术配合中的评判性思维能力、领导能力、教学能力、手术配合能力、安全管理能力、应急处理能力、监督执行能力、沟通交流能力、感控管理能力、病情掌握能力、基础操作能力及仪器设备管理能力等方面评估学员的临床实践能力。

1.2.5 统计学方法

所有数据应用SPSS13.0统计学软件进行数据处理。计量资料以均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示，采用配对样本 *t* 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 达芬奇机器人手术系统配合护士初级和中级模块培训前后考核比较

达芬奇机器人手术系统配合护士的初级模块、中级模块成绩培训后均优于培训前，差异有统计学意义 ($P < 0.05$)，见表1。

2.2 高级模块培训效果

在导师指导下完成第1例手术配合的学员有2名（11.1%）；在导师指导下完成第2例手术配合的学员有8名（44.4%），包括独立完成第1例手术配合的学员2名；在导师指导下完成第3例手术配合的学员18名（100%），包括独立完成第1、2例手术配合的学员10名。

3 讨论

3.1 模块化培训为机器人配合护士参加临床实际工作奠定了基础

机器人辅助腹腔镜手术是微创外科技术的发展方向，手术设备精密、昂贵，手术视野及器械操作原理完全不同于普通腹腔镜器械，违规操作不仅损害设备，而且威胁患者安全，展

表 1 达芬奇机器人手术系统配合护士初级和中级模块培训前后考核比较 ($\bar{x} \pm s$)Table 1 Before and after Basic and Ultra module training assessment on nurses in Da Vinci robotic surgery ($\bar{x} \pm s$)

项目	培训前 (n=18)	培训后 (n=18)	t 值	P 值
初级模块培训考试成绩 (分)	57.2 ± 4.4	91.7 ± 2.2	28.561	<0.001
专科知识 (分)	38.3 ± 1.9	45.9 ± 1.3	14.678	<0.001
机器人知识 (分)	18.9 ± 3.1	45.8 ± 1.8	28.852	<0.001
中级模块培训前后操作完成时间 (min)	121.9 ± 7.6	31.3 ± 2.6	50.840	<0.001
准备时间 (min)	71.09 ± 2.93	18.58 ± 1.57	76.405	<0.001
对接时间 (min)	38.78 ± 6.67	9.59 ± 1.49	17.908	<0.001
应急处理时间 (min)	12.00 ± 2.91	3.08 ± 1.24	14.281	<0.001

开手术机器人的培训工作对患者的生命安全和手术者的职业安全而言都十分重要^[13]。机器人手术系统的复杂性决定了相关医师需经历严格培训才能掌握机器人手术技术，与此同时，护理人员也必须经过系统培训才能胜任护理配合工作。尽管一部分手术机器人配合护士已通过了机器人手术的专业培训、考核，并取得了专业上岗证书，但仅仅 2d 的培训远不能满足机器人手术配合的要求，因此必须对从事机器人手术配合的护士进行更加规范的理论学习和操作训练，探索出一套完善的机器人护理团队培训模式，从而快速建设好一支成熟、稳定的护理队伍，这对于机器人手术的顺利推广有着积极意义。但截至目前，国际上唯一市场化的机器人外科培训项目是美国食品药品监督管理局 (Food and drug administration, FDA) 授权 DVSS 生产公司为所有使用该系统的外科医师提供的认证培训，其目的是使受训者获得操作 DVSS 的基本技能。这项培训通常由该公司的专业技师完成，但 DVSS 的临床专业化培训目前仍然是空白^[14]，尚无公认的机器人操作培训标准^[15-16]。理想的培训体系应保证培训结果量化可控，且各培训阶段高效衔接并与临床工作联系紧密，机器人手术配合模块化培训是将培训

护士掌握的专科知识与需要掌握的机器人知识整合，按照其实际发生的场景和相互关系组合拓展成初级、中级、高级模块，便于理论讲解和操作技巧的培训，为配合护士参加临床实际工作奠定基础。

3.2 模块化培训提高了机器人手术配合护士对专科知识的理解与应用

模块化培训是以现场教学为主、技能训练为核心的一种培训模式。本次培训以机器人手术护士岗位胜任能力为宗旨，以工作流程为主线，把机器人手术配合的培训分成初级、中级、高级共 3 个相对独立的模块，规划出每个模块的培训时间及必须掌握的内容，使初学者能够集中精力分阶段、分时期地进行某个模块的学习和实践训练，3 个模块连贯起来就是一个完整、规范化的手术配合培训。配合护士将每一模块中的所有细节进一步分析和培训并领会掌握，最终可实现高质量的手术配合；同时本次培训采用了“分层”设计的理念，接受培训的机器人手术护士先经过初、中级模块培训，再进行高级模块培训，前者是后者的基础，后者则是前者的综合和提高，各培训阶段相互衔接且与临床工作联系紧密，这样的课程设计有助于被培训者对专科知识和技能的理解及掌握。

3.3 模块化培训是机器人手术配合护士操作能力提高的因素之一

本次培训前后的效果数据显示,通过模块化的手术配合培训,护士的整体操作能力显著提高。培训中每一项操作均有授课老师/导师示范、护士练习和课后测试三个时间段,缺一不可。授课老师/导师示范是为了给手术配合护士展示标准的操作过程,同时通过授课老师/导师在手术配合护士操作时及时指导、纠正错误,护士可以进一步巩固操作技能,提升处理手术中突发事件的能力。在本次模块化培训中,除进行理论授课外,最重要的是结合病例对相关模块的内容进行强化,提高手术配合护士发现问题、解决问题的能力,将所学的知识与临床操作很好地结合起来,使护理操作更趋于标准化。3D打印培训模具仿真培训模式通过模拟手术场所、使用相似器材,可以模拟术中可能出现的很多特殊情况,增加了培训的真实度,有助于受培训者的初始学习,同时护士在培训的过程中可以针对自己的薄弱环节进行反复强化练习^[17-18]。研究提示, DVSS 的平均安装时间在第3次时平均减少56.1%^[19],如本次培训中护士在中级模块的准备及对接训练中进行反复强化练习后的完成时间明显加快($P<0.001$),有利于减少患者麻醉时间,促进患者术后快速康复。美国泌尿外科协会的一项调查提示,机器人手术模拟训练能使绝大多数没有机器人操作经验的培训者获益^[20]。研究也证实,模拟腔镜训练可以提高临床医师的腔镜手术操作能力^[21]。

3.4 模块化培训提高了机器人手术配合护士的学习积极性

田玉凤等^[22]认为,在职护理人员培训能否取得成效很大程度上取决于受培训者的主动性和自觉性。本次设计的初级及中级培训模块融入了影像、照片和布局平面图的元素,培训内

容全面、形式多样、简明扼要,系统清晰,反复演示、演练并配合实战模拟可以提高手术配合护士学习的积极性。通过观看手术操作视频加上授课老师的解说,受训者可以更好地主动把握操作要领,从而激发其自主学习的动机,提高发现问题和解决问题的能力。经典视频可以再现临床真实场景,向培训人员展示正常、异常和故障情况的实际现场运行状态,其内容远较书本教学生动,而且可以反复观看,是受训者乐于接受的学习资料。高级模块培训时,导师督导可以使配合护士以最快的速度适应临床工作的多变性及灵活性,提高了配合护士的综合能力,使思维方式由单向思维向多向思维及空间思维转变;培训计划的设定、培训方案的实施推进等措施可以促使护理人员不断查阅护理资料,阅读学术论文,变被动学习为主动学习,从而潜移默化地提高手术配合护士的临床决策与解决实际问题的能力^[23]。

3.5 模块化培训提升了机器人手术团队的凝聚力

机器人手术系统采用主从操作方式进行手术,使手术配合的对象和方式发生变化,术者在远离手术台的医生控制台进行操作,对器械臂、内窥镜臂所在空间情况并不清楚,器械护士或助手必须及时向术者汇报器械臂的运行情况,并有预见性的护理意识,如正确判断器械是否发生碰撞;主刀医师感受三维成像系统,而配合护士则感受二维成像系统,这造成主刀医师和配合护士对手术部位的深浅感知不同,因此器械护士要随时与术者沟通,确保手术安全。模块化培训模式设计的机器人手术仿真场景,可供受训者反复练习,有利于提高术中手术团队的配合默契度及随时沟通交流的能力^[24]。

护理队伍在机器人项目的成功开展中扮演着重要角色,良好的护理配合能明显缩短手术

时间，有力保障手术的安全和成功实施。机器人手术配合护士模块化培训模式设计来自临床实践，以典型手术为载体进行组织，各模块之间的安排、衔接合乎技能学习的逻辑思路，为接受培训者提供近乎真实的配合环境，其培训构架清晰、目标明确、效果明显。当然，该模式在培训和学习过程中仍需不断收集反馈信息进行改进。综上所述，模块化培训模式在机器人手术配合训练中是值得推广的一项培训方法。

参考文献

- [1] Klimstra D S, Moran C A, Perino G, et al. Liposarcoma of the anterior mediastinum and thymus. A clinicopathologic study of 28 cases[J]. *Am J Surg Pathol*, 2005, 19(21): 782-791.
- [2] Sert B M, Boggess J F, Ahmad S, et al. Robot-assisted versus open radical hysterectomy: a multi-institutional experience for early-stage cervical cancer[J]. *Eur J Surg Oncol*, 2016, 42(4): 513-522.
- [3] 英卫东. 加速康复外科多学科团队建设[J]. *中华外科杂志*, 2018, 56(1): 14-17.
- [4] Winer J, Can M F, Bartlett D L, et al. The current state of robotic-assisted pancreatic surgery[J]. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*, 2012, 9(8): 468-476.
- [5] 金振宇. 中国达芬奇手术机器人临床应用[J]. *中国医疗器械杂志*, 2014, 38(1): 47-49.
- [6] Camarillo D B, Krummel T M, Salisbury J K J. Robotic technology in surgery: past, present, and future[J]. *Am J Surg*, 2004, 188(4A Suppl): 2S-15S.
- [7] Sun A J, Aron M, Hung A J. Novel training methods for robotic surgery[J]. *Indian J Urol*, 2014, 30(3): 333-338.
- [8] Kunkler K. The role of medical simulation: an overview[J]. *Int J Med Robot*, 2006, 2(3): 201-210.
- [9] 赵磊, 何凤莲, 赵卉, 等. 模块化实践教学在推进呼吸内科临床教学中的应用[J]. *安徽医学*, 2014, 35(1): 113-114.
- [10] 刘永宁. 手术室专科护士基础能力阶段性培训的探讨[J]. *中外医疗*, 2010, 30(17): 149-150.
- [11] 王知非, 周宁新, 刘全达, 等. 达芬奇机器人手术系统在消化外科中的应用[J]. *中华消化外科杂志*, 2010, 9(6): 478-480.
- [12] 李丽霞, 赵悦, 宋烽. 全机器人系统手术的护理管理[J]. *中华护理杂志*, 2008, 43(4): 360-361.
- [13] Bahle C D, Sundaram C P. Training in robotic surgery: simulators, surgery, and credentialing[J]. *Urologic Clinics of North America*, 2014, 41(4): 581-589.
- [14] Narazaki K, Oleynikov D, Stergiou N. Robotic surgery training and performance identifying objective variables for quantifying the extent of proficiency[J]. *Surgical Endoscopy*, 2006, 20(1): 96-103.
- [15] 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.
- [16] Dulan G, Rege R V, Hogg D C, et al. Content and face validity of a comprehensive skills training program for general surgery, urology, and gynecology robotic operations[J]. *Am J Surg*, 2012, 203(4): 535-539.
- [17] Hall R E, Plant J R, Bands C J, et al. Human patient simulation is effective for teaching paramedic students endotracheal intubation[J]. *Acad Emerg Med*, 2005, 12(9): 850-855.
- [18] Marshall R L, Smith J S, Gorman P J, et al. Use of a human patient simulator in the development of resident trauma management skills[J]. *J Trauma*, 2001, 51(1): 17-21.
- [19] Chitwood W R, Nifong L W, Chapman W H H, et al. Robotic surgical training in all academic institution[J]. *Ann Surg*, 2001, 234(4): 475-486.
- [20] Thiel D D, Patel V R, Larson T, et al. Assessment of robotic simulation by trainees in residency programs of the southeastern section of the American Urologic Association[J]. *J Surg Educ*, 2013, 70(5): 571-577.
- [21] Nickel F, Brzoska J A, Gondan M, et al. Virtual reality training versus blended learning of laparoscopic cholecystectomy: a randomized controlled trial with laparoscopic novices[J]. *Med (Baltimore)*, 2015, 94(20): 764.
- [22] 田玉凤, 李茶香, 邓红艳, 等. 三级教学医院护士分层级培训方法及效果研究[J]. *护士进修杂志*, 2012, 27(3): 211.
- [23] 徐园, 焦静, 曹晶, 等. 基于护士核心能力构架的培训课程在新护士培训中的应用[J]. *中国护理管理*, 2015, 15(9): 1087-1090.
- [24] 郭志红, 王飞, 唐鲁, 等. 一例完全达芬奇机器人全结肠切除术的护理配合[J]. *中华现代护理杂志*, 2015, 21(1): 110-111.