

模块化进阶式教学法在机器人辅助根治性前列腺切除术培训中的应用

徐林锋¹ 张青¹ 邱雪峰¹ 庄君龙¹ 邓永明¹ 林廷升¹ 刘光香¹ 纪长威¹ 杨荣¹
张士伟¹ 张古田¹ 甘卫东¹ 李笑弓¹ 郭宏骞¹

[摘要] 目的:探索模块化进阶式教学法在机器人手术培训中的应用。方法:培训对象为4名完成住院总的住院医师,将手术按照难易程度分为5个模块,逐级培训。观察分析完成每个模块的病例数、手术的输血率、并发症发生率、手术时间、切缘阳性率。结果:4名住院医师顺利完成培训。他们需要52~57例的手术操作才能合格,平均手术时间为(94.62±12.40)min,平均输血率(2.29±0.94)%,平均并发症发生率(4.58±1.11)%。与全程由指导医师完成的手术相比,住院医师参与的手术的手术时间、输血率、并发症发生率、切缘阳性率无显著差异。与传统教学相比,系统培训学习曲线明显缩短。结论:模块化进阶式教学在机器人手术培训中安全、可行,值得推广。

[关键词] 手术机器人;住院医师;根治性前列腺切除术;手术教学

DOI:10.13201/j.issn.1001-1420.2022.01.015

[中图分类号] R737.25 **[文献标志码]** A

Modular and progressive teaching strategy applied in training of robotic assisted radical prostatectomy

XU Linfeng ZHANG Qing QIU Xuefeng ZHUANG Junlong DENG Yongming
LIN Tingsheng LIU Guangxiang JI Changwei YANG Rong ZHANG Shiwei
ZHANG Gutian GAN Weidong LI Xiaogong GUO Hongqian

(Department of Urology, Drum Tower Hospital, Medical School of Nanjing University, Institute of Urology, Nanjing University, Nanjing, 210008, China)

Corresponding author: GUO Hongqian, E-mail: dr.ghj@nju.edu.cn

Abstract Objective: To develop a modular and progressive teaching strategy applied in robotic surgery training. **Methods:** The technique of robotic assisted radical prostatectomy (RARP) was divided into 5 modules of different complexities. Four residents participated in the study. Cases, blood transfusion rate, complications, operation time and positive surgical margin were analyzed. **Results:** Four residents finished training. They required 52–57 cases until they were considered to be competent. Mean operation time was (94.62±12.40)min, transfusion rate is (2.29±0.94)%, complication rate was (4.58±1.11)%. There was no significant difference between the operations that residents participated and those the mentor performed alone. Compared with traditional teaching, systematic training can shorten the learning curve. **Conclusion:** The modular and progressive teaching strategy is safe and feasible, and is worth being popularized.

Key words robotic surgery; resident; radical prostatectomy; surgical teaching

自2000年美国FDA批准机器人平台应用于外科手术,微创外科逐渐从传统腹腔镜向机器人手术系统发展,机器人手术量呈指数上升。培养合格的机器人手术医生是我们目前需要解决的重大问题。为了培训住院医师掌握标准的机器人辅助根治性前列腺切除术(robotic assisted radical prostatectomy, RARP),自2018年我科采用模块化进阶式教学法培训住院医师,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 研究对象

手术对象:①经前列腺穿刺确诊的前列腺癌患

者;②体能状态好, ECOG=0分,预期寿命>10年;③肛门指检及MR提示为局限性前列腺癌患者。转移性或局部进展性前列腺癌患者、术前接受过治疗(包括内分泌治疗或放疗)的患者、术前即存在尿失禁的患者不纳入本研究。

培训对象:住院医师完成1年泌尿外科住院医师工作,有腹腔镜基础(单独完成腹腔镜肾上腺切除、肾切除术至少各10例),作为助手配合指导老师完成机器人手术200例,通过理论培训、干性、湿性实验室培训,获得机器人主刀证书。分为系统培训组(2018年后)和传统教学组(2018年前)。2018年前的传统教学是一种“打临工”的教学方式,培养出6名机器人主刀医生。2018年后系统培养则是通过模

¹南京大学医学院附属鼓楼医院泌尿外科 南京大学泌尿外科研究所(南京,210008)

通信作者:郭宏骞, E-mail: dr.ghj@nju.edu.cn

块化进阶式教学法,培养出 4 名机器人主刀医生。

1.2 研究方法

使用 da Vinci Si 或 Xi 手术系统完成标准 RARP。本研究将该手术按难易程度分为 5 个模块:①分离膀胱前间隙,止血,装标本;②切开盆内筋膜,DVC 缝扎;③尿道吻合,淋巴结清扫;④膀胱颈离断;⑤狄氏间隙暴露,侧韧带离断,尿道离断。住院医师从操作模块①开始,指导老师根据表现打分(表 1)。如每个模块≥3 分,即可进阶到下一模块^[1-3]。

1.3 观察指标

统计分析完成每个模块的病例数、手术时间、输血率、并发症发生率、留置导尿时间、切缘阳性率。记录两组医生独立操作手术的操作时间,绘制学习曲线。

1.4 统计学方法

应用 SPSS 20.0 软件对数据进行统计分析。计量资料以 $\bar{X} \pm S$ 表示,两组比较采用独立样本 t 检验。计数资料采用 χ^2 检验。差异显著性检验水

准 $\alpha=0.05$ 。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

表 1 术中表现评估表

熟练程度	1	2	3	4	5
机械臂的操控					
深度	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
力量	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
切换	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
碰撞	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
三臂	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
双手灵敏度	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
自主性	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
手术流畅度	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2 结果

系统培训组 4 名住院医师均顺利完成培训。与全程由指导医师完成的手术比较,住院医师参与的手术的手术时间、输血率、并发症发生率、切缘阳性率差异无统计学意义(表 2)。

表 2 观察指标

指标	住院医师 1	住院医师 2	住院医师 3	住院医师 4	指导医师
主刀前相关培训例数					
干性实验室	1	1	1	1	1
湿性实验室	1	1	1	1	1
腹腔镜手术	25	19	21	28	—
RARP 助手	210	215	206	210	—
主刀培训病例数					
模块①	3	4	3	5	—
模块②	9	8	8	10	—
模块③	11	9	9	10	—
模块④	15	16	14	15	—
模块⑤	18	17	18	17	—
共计	56	54	52	57	53
手术数据					
年龄/岁	69.30±11.59	67.40±7.35	68.60±7.14	67.90±5.43	69.70±7.80
PSA/(ng·mL ⁻¹)	14.28±7.33	17.53±10.10	13.09±9.28	13.20±6.07	10.90±4.89
手术时间/min	92.21±10.25	95.11±12.04	90.55±11.21	100.23±13.54	88.76±9.67
输血/例(%)	1(1.79)	2(3.70)	1(1.92)	1(1.75)	2(3.77)
并发症/例(%)	2(3.57)	2(3.70)	3(5.77)	3(5.26)	2(3.77)
留置尿管/d	14	14	14	14	14
切缘					
T ₂ /例(%)	30	24	27	25	27
+	3(10.00)	3(12.50)	4(14.81)	4(16.00)	3(11.11)
-	27(90.00)	21(87.50)	23(85.19)	21(84.00)	24(88.89)
T ₃ /例(%)	26	30	25	32	26
+	12(46.15)	14(46.67)	11(44.00)	15(46.88)	12(46.15)
-	14(53.85)	16(53.33)	14(56.00)	17(53.12)	14(53.85)

系统培训组的学习曲线在 17~25 例出现拐点,传统教学组在 32~42 例出现拐点,两组比较差异有统计学意义。见图 1。

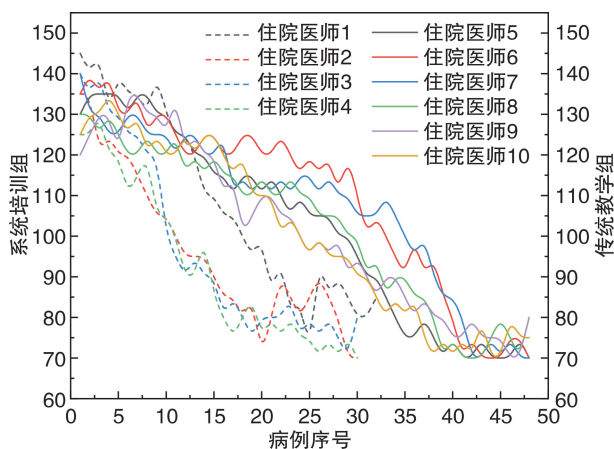


图 1 系统培训组和传统教学组学习曲线

3 讨论

达芬奇机器人手术系统因具有清晰的三维立体图像,灵活的机械手,能够完成复杂的手术操作而备受外科医生钟爱。例如局限性前列腺癌的治疗,自 2001 年第 1 例机器人辅助前列腺癌根治术被报道以来^[4],开放手术及腹腔镜手术逐渐被机器人取代,国外 90% 以上的前列腺癌根治术都会选择机器人手术。国内机器人手术起步较晚,随着机器人平台在多家医院投入使用,将需要越来越多的经过严格训练的机器人外科医生,但是国内外缺乏标准训练课程^[5]。

在培训过程中,患者安全要放在首位。Nik-Ahd 等^[6]报道 2007—2017 年机器人相关不良事件共 19 783 例,发生在泌尿外科手术中 2977 例。在泌尿外科手术的不良事件中,机器人机械故障 2544 例(85.5%),身体损伤 364 例(12.2%),死亡 69 例(2.3%)。死亡原因多为与手术无关的并发症,身体损伤最常见的是大肠(22.3%)、胃肠(19.5%),机械故障导致的损伤占 16.8%。纵观 10 年发生的不良事件,除 2013 年、2014 年数量最高,其余各年基本相当,说明了即使机器人手术数量增加,并未增加不良事件的数量,这与住院医师和主治医师阶段的机器人手术培训是分不开的。

机器人培训一般经历理论培训、临床前期培训和临床培训。模拟训练在临床前期训练中起着重要作用。模拟训练可以在干性实验室(Dry Lab)、湿性实验室(Wet Lab)和虚拟现实机器上(virtual reality, VR)进行。所谓干性实验室,就是使用模型机,进行穿环、缝合等操作训练。湿性实验室,就是在动物组织、尸体或活体动物进行操作或手术。VR 通过计算机模拟现实环境,逐渐替代干、湿实

验室,主要缺点就是缺乏触觉反馈,其次是虚拟现实模拟器价格不菲,至少 10 万美元以上。即使欧洲,仅有一半以下的医院有腹腔镜模拟训练中心,34% 的医院有机器人训练中心,仅有 7% 的医院有动物手术中心。培训设施和资源的缺乏是未来教学培训面临的重大问题。费用太高和住院医师缺乏时间是限制模拟训练的主要原因^[7]。

一项关于欧洲泌尿外科手术培训的研究表明^[8],住院医师的培训满意度和在手术中表现的自信和他参与的手术量有关。国外住院医师一般在专科培训阶段的第 1~2 年作为机器人助手,后 2 年培训机器人主刀。机器人手术助手有助于了解手术步骤并学习手术中的技巧。总体而言,成功培训 1 名前前列腺癌根治术机器人手术医生需花费 9.5 万~13 万美元^[9]。

国内机器人手术医生培训通常是挑选高年资的外科医师,经过达芬奇机器人培训中心的网络课程、干性实验室、湿性实验室 3 d 培训项目,合格后颁发主刀证书。初代机器人手术医师都是通过观看手术录像或观摩手术,自行摸索中提高。

国内机器人培训的现状是缺乏模拟训练的培训设施,缺乏标准的手术培训课程。本研究以根治性前列腺切除术为培训内容,培养住院医师的机器人手术技能。Bravi 等^[10]研究表明,对于机器人前列腺癌根治术,主刀医师曾经有无开放手术经验不影响术后效果。所以,手术经验较少的住院医师接受机器人手术培训是可行的。

为了培养住院医师熟悉泌尿系统解剖,熟悉机器人器械,我们培训方案里要求受训医师在担任住院总医师的一年里,完成至少 20 例腹腔镜手术和 200 例机器人助手。作为助手的培训经历,有助于提高将来作为机器人主刀的手术能力^[11]。但作为助手的时间因人而异。

机器人技能整体评价量表(global evaluative assessment of robotic skills, GEARS)是目前常用的一种比较可靠的评估机器人手术术中表现的量表。该量表能很好区分不同年限的培训者,并且在不同的评估者之间也有高度一致性^[12]。我们参照 GEARS 评分量表,从操控熟练程度(包括深度、力量、切换、碰撞、三臂)、双手灵敏度、自主性、手术流畅度 4 方面进行评估。受训住院医师达到 3 分后进阶到下一模块培训,直到最终能完成整个手术。这种基于熟练程度的进阶教学法(proficiency-based progression, PBP),可以减少培训带来的风险^[13]。本研究表明,住院医师需经历 52~57 例手术完成 RARP 的培训,仅出现术后渗血或轻度尿瘘,无需手术干预。总体而言,没有增加并发症的发生率,也未增加术后切缘阳性率。该结论和 Schroeck 等^[14]研究一致。相较于传统教学,通过

系统培训的住院医师,独立操作机器人实施前列腺癌根治术的学习曲线明显缩短。

综上所述,模块化进阶式教学法在机器人手术培训中安全、可行,值得推广,但以上结果还需更大样本量的研究去证实。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Lovegrove C, Novara G, Mottrie A, et al. Structured and Modular Training Pathway for Robot-assisted Radical Prostatectomy (RARP): Validation of the RARP Assessment Score and Learning Curve Assessment[J]. *Eur Urol*, 2016, 69(3):526-535.
- [2] Volpe A, Ahmed K, Dasgupta P, et al. Pilot Validation Study of the European Association of Urology Robotic Training Curriculum[J]. *Eur Urol*, 2015, 68(2):292-299.
- [3] Rashid HH, Leung YY, Rashid MJ, et al. Robotic surgical education: a systematic approach to training urology residents to perform robotic-assisted laparoscopic radical prostatectomy[J]. *Urology*, 2006, 68(1):75-79.
- [4] Pasticier G, Rietbergen JB, Guillonneau B, et al. Robotically assisted laparoscopic radical prostatectomy: feasibility study in men[J]. *Eur Urol*, 2001, 40(1):70-74.
- [5] Wang RS, Ambani SN. Robotic Surgery Training: Current Trends and Future Directions[J]. *Urol Clin North Am*, 2021, 48(1):137-146.
- [6] Nik-Ahd F, Souders CP, Houman J, et al. Robotic Urologic Surgery: Trends in Food and Drug Administration-Reported Adverse Events Over the Last Decade[J]. *J Endourol*, 2019, 33(8):649-654.
- [7] Balbona J, Patel T. The Hidden Curriculum: Strategies for Preparing Residents for Practice[J]. *Curr Urol Rep*, 2020, 21(10):39.
- [8] Carrion DM, Rodriguez-Socarrás ME, Mantica G, et al. Current status of urology surgical training in Europe: an ESRU-ESU-ESUT collaborative study[J]. *World J Urol*, 2020, 38(1):239-246.
- [9] Steinberg PL, Merguerian PA, Bihrl W 3rd, et al. The cost of learning robotic-assisted prostatectomy[J]. *Urology*, 2008, 72(5):1068-1072.
- [10] Bravi CA, Tin A, Vertosick E, et al. The Impact of Experience on the Risk of Surgical Margins and Biochemical Recurrence after Robot-Assisted Radical Prostatectomy: A Learning Curve Study[J]. *J Urol*, 2019, 202(1):108-113.
- [11] Cimen HI, Atik YT, Gul D, et al. Serving as a bedside surgeon before performing robotic radical prostatectomy improves surgical outcomes[J]. *Int Braz J Urol*, 2019, 45(6):1122-1128.
- [12] Goh AC, Goldfarb DW, Sander JC, et al. Global evaluative assessment of robotic skills: validation of a clinical assessment tool to measure robotic surgical skills[J]. *J Urol*, 2012, 187(1):247-252.
- [13] Collins JW, Wisz P. Training in robotic surgery, replicating the airline industry. How far have we come? [J]. *World J Urol*, 2020, 38(7):1645-1651.
- [14] Schroeck FR, de Sousa CA, Kalman RA, et al. Trainees do not negatively impact the institutional learning curve for robotic prostatectomy as characterized by operative time, estimated blood loss, and positive surgical margin rate[J]. *Urology*, 2008, 71(4):597-601.

(收稿日期:2021-07-05)