

## 机器人与胸腔镜在吲哚菁绿荧光显影下肺段切除手术中的护理配合

丁洪瑞, 钱晨, 喻竹, 李明, 王晓骏, 孙香美, 刘腾飞

(江苏省肿瘤医院·江苏省肿瘤防治研究所·南京医科大学附属肿瘤医院手术室 江苏 南京 210008)

**摘要** **目的:** 总结机器人手术系统与胸腔镜在吲哚菁绿荧光显影下肺段切除术中的护理配合。**方法:** 选取2019年11月—2019年12月在江苏省肿瘤医院行机器人肺段切除术的9例患者作为研究组, 选取2018年11月—2018年12月在江苏省肿瘤医院行胸腔镜肺段切除术的13例患者作为对照组。总结并对比两组患者的手术时间及术中出血量。**结果:** 机器人手术系统能更好地完成肺段切除术, 研究组手术时间为(98.11 ± 13.280) min, 术中出血量为(24.44 ± 15.899) ml; 对照组手术时间为(139.85 ± 39.145) min, 术中出血量为(44.62 ± 21.839) ml。两组患者手术时间与术中出血量差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。**结论:** 机器人手术系统肺段切除术的临床应用价值较高, 结合手术室有效的护理配合能够显著提升手术治疗效益, 值得在临床中推广应用。

**关键词** 机器人手术系统; 吲哚菁绿; 荧光胸腔镜; 肺段切除术; 护理

**中图分类号** R608 R655.3 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721(2022)04-0319-06

## Nursing cooperation in robotic and thoracoscopic lung segmentectomy with indocyanine green fluorescence imaging

DING Hongrui, QIAN Chen, YU Zhu, LI Ming, WANG Xiaojun, SUN Xiangmei, LIU Tengfei

(Operating Room, Jiangsu Cancer Hospital/Jiangsu Institute of Cancer Research/Nanjing Medical University Affiliated Cancer Hospital, Nanjing 210008, China)

**Abstract** **Objective:** To summarize the nursing cooperation experience between robotic and thoracoscopic lung segmentectomy with indocyanine green fluorescence imaging. **Methods:** 9 patients who underwent robotic lung

收稿日期: 2021-03-09 录用日期: 2021-12-19

Received Date: 2021-03-09 Accepted Date: 2021-12-19

基金项目: 江苏省卫计委“十三五”科技项目(QNRC2016655)

Foundation Item: Jiangsu Provincial Health and Family Planning Commission's "13th Five-Year Plan" Science and Technology Project (QNRC2016655)

通讯作者: 钱晨, Email: 1357908726@qq.com

Corresponding Author: QIAN Chen, Email: 1357908726@qq.com

引用格式: 丁洪瑞, 钱晨, 喻竹, 等. 机器人与胸腔镜在吲哚菁绿荧光显影下肺段切除手术中的护理配合[J]. 机器人外科学杂志(中英文), 2022, 3(4): 319-324.

Citation: DING H R, QIAN C, YU Z, et al. Nursing cooperation in robotic and thoracoscopic lung segmentectomy with indocyanine green fluorescence imaging [J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2022, 3(4): 319-324.

segmentectomy at Jiangsu Cancer Hospital from November 2019 to December 2019 were selected into the study group, and 13 patients underwent thoracoscopic lung segmentectomy from November 2018 to December 2018 into the control group. To summarize and compare the operation time and intraoperative blood loss of the two groups. **Results:** Robotic surgical system could complete lung segmentectomy better. Comparing with the control group, the operation time of the study group was shorter [(98.11 ± 13.280)min Vs (139.85 ± 39.145)min], and the intraoperative blood loss of the study group was less [(24.44 ± 15.899)ml Vs (44.62 ± 21.839)ml], statistically significant difference was found between the two groups ( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** Robotic lung segmentectomy is of high clinical value, it could significantly improve the effectiveness of surgical treatment by combining with effective nursing cooperation in the operating room, which is worthy of clinical promotion.

**Key words** Robotic surgical system; Indocyanine green; Fluorescence thoracoscopy; Lung segmentectomy; Nursing

近年来, 吲哚菁绿 (Indocyanine green, ICG) 荧光成像作为一种全新的手术显影方法, 因操作简单、效率高等优点逐渐运用到临床中<sup>[1]</sup>。荧光胸腔镜下注射 ICG 显示肺段间交接面的方法越来越多地被应用于临床工作中<sup>[2-4]</sup>。Morgan J A 等<sup>[5]</sup>首次在 2003 年报道了机器人辅助肺叶切除术, Anderson C A 等<sup>[6]</sup>于 2007 年报道了世界上第 1 例达芬奇机器人辅助肺段切除术, 此后机器人辅助肺段切除术逐渐应用于早期肺癌手术。但是达芬奇机器人手术系统在 ICG 显影下行肺段切除术的护理配合鲜有报道。

目前, 国内的达芬奇机器人手术系统已经更新到第 4 代 (达芬奇 Xi 系统), 较第 3 代达芬奇 Si 手术系统具有操作更简单、更智能、手术范围更广等优势<sup>[7]</sup>。本研究针对机器人手术系统与胸腔镜在 ICG 荧光显影下肺段切除术中的护理配合进行对比分析。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

本研究选取 2019 年 11 月—2019 年 12 月在江苏省肿瘤医院行机器人辅助 ICG 显影下肺段切除术的 9 例患者作为研究组, 选取 2018 年 11 月—2018 年 12 月在江苏省肿瘤医院行荧光胸

腔镜在 ICG 显影下肺段切除术的 13 例患者作为对照组。纳入标准: 根据非小细胞肺癌美国国立综合癌症网络 (National Comprehensive Cancer Network, NCCN) 指南, 早期肺癌可行肺段切除术手术指征为<sup>[8]</sup>: 病灶病变为周围性, 且直径  $\leq 2$ cm, 术前穿刺病理为恶性或高度怀疑为恶性, 但未穿刺明确病理。此外, 需至少满足以下几项中的一项条件: ①组织学类型为原位腺癌; ②CT 影像上病灶的磨玻璃成分  $\geq 50\%$ ; ③影像学监测肿瘤成倍增长时间  $\geq 400$ d。而对于肺功能比较差或具有严重并发症无法承受肺叶切除术的患者, 同样是进行肺段切除术的适应证。排除标准: 有 ICG、碘化物过敏史, 甲状腺疾病, 怀孕或哺乳期。本研究经江苏省肿瘤医院医学伦理委员会批准, 所有纳入研究的患者均签署知情同意书。两组共纳入患者 22 例, 其中男 8 例, 女 14 例, 年龄 36~68 岁。研究组 9 例, 其中男 3 例, 女 6 例, 年龄 36~65 岁; 对照组 13 例, 其中男 5 例, 女 8 例, 年龄 45~67 岁。两组患者基本资料比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 研究组手术操作步骤

应用三臂法, 即一个镜头臂 + 两个操作臂, 空置 1 号臂, 根据病变位置及范围确定 Trocar 位置, 同时另作一个 2~3cm 的辅助操作孔, 使

用切口保护套撑开并保护辅助孔，不使用肋骨撑开器，术后留置1~2根胸腔引流管<sup>[9]</sup>。手术步骤：①切口设计：机器人共4个机械臂，分别为1~4号臂。选择3号臂作为镜头臂（8mm），Trocar选在腋中线与肋间交叉点，距离手术野最远点20cm，2号臂操作孔（8mm）和4号臂操作孔（8mm）在术野最远点与镜孔连线的垂直线上，Trocar间距离为6~10cm，以8cm为最佳，1号臂空置，辅助操控孔根据手术位置选择，一般为第5~7肋间，大小2~3cm，主要作用是辅助牵拉肺、使用吸引器和切割缝合器、取出标本。手术过程中镜头向下30°。切口位置可根据手术调整，根据患者体型的不同及左右肺的差异进行微调。使用的器械臂包括电灼钩（Cautery hook）、无损伤抓钳（Cardiac forcep），手术过程中先人工气胸打观察孔，待肺塌陷后撤离人工气胸。②体位和麻醉：选择气管内插双腔管全身麻醉，取90°健侧卧头高脚底位，胸下垫一软垫。术野常规消毒铺手术单，避免髌骨被镜头机械臂压迫，增大肋间隙，减少Trocar对肋间神经的压迫和损伤，减轻术后手术切口的疼痛。床旁机器臂系统由患者头侧泊入，助手与辅助操作孔同侧。③器械臂的安装：首先安装机器人镜头，将皮肤和皮下组织用刀片切开，然后用Trocar直刺进入胸腔，胸腔内的Trocar部分要以能看到Trocar三个标记线的最下方的细黑标记线为准，过长容易影响手术视野，将Trocar胸外部分与镜头臂（3号臂）连接，将镜头置入3号臂，分别引导放置2号臂和4号臂的Trocar，同样以能看到Trocar上三个标记线的最下方标记线为准。然后开放助手孔，装上切口保护套。打好孔后对接镜头，然后将镜头视野对准术野最远点，长按镜头上的“Takiting”按钮，床旁机械臂系统自动调节机械臂方位，然后对接1臂和3臂。安装完毕

3个机械臂后，再将无损伤抓钳和电凝钩分别安装在2号臂和4号臂，将器械轻推送入胸腔。

④手术操作：主刀医生坐在操控台，通过操控台的3D内窥镜观察术野（术野放大10倍），术者左右手的中指和拇指分别套进操控手柄，激活器械臂。手术台旁由1名助手和1名器械护士配合手术，助手首先通过辅助操作孔置入双关节小头卵圆钳，协助牵拉肺组织以暴露术野，另一手持吸引器辅助，术者左手操控2号臂并用无损伤抓钳牵拉肺组织以暴露术野，右手操控4号臂并用电钩进行解剖，分离胸腔粘连及肺裂。解剖并裸化靶向肺段血管及支气管，方便助手置入切割缝合器。助手通过辅助操作孔置入切割缝合器，完成靶向肺段动、静脉及支气管的切割缝合操作。在切断肺段支气管后，主刀医生切换荧光屏幕，巡回护士抽取ICG溶液5ml，迅速注入患者静脉内，约10s后可见其余保留肺段呈荧光绿色，不保留肺段呈灰黑色，界限非常清晰。主刀医生标记边界，切换回正常屏幕，助手用切割缝合器将肺段切下。与荧光胸腔镜比较，机器人手术因为视野放大倍数更大，可以更加清楚地显示胸腔内的解剖结构，避免邻近器官的损伤，显影更加清晰，边界也更加清楚。

### 1.2.2 对照组手术操作步骤

手术医生使用1号观察口+两操作口进行操作，镜头带荧光功能。首先沿腋中线第7肋间作一2cm切口为观察孔，置入切口保护套并放入荧光胸腔镜头进行观察。根据不同手术方式设计另外两个操作切口。使用器械包括双关节卵圆钳、腔镜吸引器、电凝钩、切割缝合器等。在切断肺段支气管后扶镜手切换荧光屏幕，巡回护士抽取ICG溶液5ml，迅速注入患者静脉内，约10s后可见其余保留肺段呈荧光绿色，不保留肺段呈缺血肺的颜色。

### 1.2.3 护理配合方法

对照组采用常规护理配合方法：①器械护士提前 15min 洗手，整理器械台，并与巡回护士共同清点手术台上所有物品；②手术开始前器械护士与手术医生共同套腔镜摄像头与光源的保护套；③手术医生、巡回护士、麻醉医生三方共同唱对患者信息无误后开始手术。研究组采用机器人手术护理配合方法：①器械护士提前 30min 洗手，整理常规胸腔镜器械与机器人器械台，并与巡回护士共同清点手术台上所有物品；②手术开始前器械护士与巡回护士共同安装机器人保护套；③手术医生、巡回护士、麻醉医生三方共同唱对患者信息无误后开始手术。

### 1.3 临床观察指标

观察指标包括：①手术体位；②手术床的高度；③注入 ICG 的时机；④显影后的颜色；⑤术前准备时间；⑥手术时间；⑦术中出血量。

### 1.4 统计学方法

采用 SPSS 23.0 软件进行数据处理。计量资料以均数  $\pm$  标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示，组间比较采用独立样本  $t$  检验。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患者术中情况

研究组采用 90° 折刀位，目的是方便器械臂的操作；对照组采用 90° 侧卧位，为常规胸腔手术体位。研究组要求将手术床的高度调节至最低位，目的是方便床旁机械臂系统的安装；对照组则应根据手术医生的身高而自由调节手术床的高度。对于注入 ICG 的时机，两组均为切断动静脉及支气管后。注入 ICG 后，研究组保留肺段者颜色更亮，不保留肺段者颜色更暗，界限比对照组更加明显，方便手术医生分辨界限，见表 1。

### 2.2 两组患者术中观察指标比较

两组患者的准备时间比较，差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )；而研究组的手术时间与出血量明显优于对照组 ( $P < 0.05$ )，见表 2。

## 3 讨论

肺癌发病率居全国之首<sup>[10]</sup>。由于胸部 CT 技术不断更新及国民体检意识的普遍增强，早期肺癌的诊断率不断提高。早期肺癌的手术治疗已逐步过渡到电视胸腔镜技术 (VATS)，目前我国该手术的普及率已达 80% 以上，且已成为治疗早期小细胞肺癌的标准术式。近年来，越来越多的外科医生认为，VATS 解剖性肺段切除术不仅能够最精准地切除早期肺肿瘤，而且可以最大限度地保留患者肺功能。但由于肺叶中肺段较多，段间平面的界定对于肺段切除术至关重要，也是手术中最具挑战的一步。一般来说，常见识别段间平面的方法是：嘱麻醉师鼓肺，然后夹闭段支气管，待其他肺段自然萎陷，找出并标记目标肺段。这种操作方法比较复杂，延长了手术时间。2009 年 Misaki N 等<sup>[11]</sup>利用 ICG 静脉给药的途径结合近红外成像系统对猪进行研究，证实了该方法在识别段间平面具有一定的可行性。ICG 是一种近红外荧光造影剂，因其近红外光谱中的高吸收度和低毒性，被 FDA 允许作为人类受试者试剂中的唯一选择<sup>[12]</sup>。手术中予以静脉注射 ICG 后可通过特殊的胸腔镜系统观察，避免充气肺叶，不仅适用于肺癌患者，也特别适用于肺气肿患者。2014 年 Tarumi S 医生团队利用该技术成功地实施了多孔胸腔镜下肺段切除术<sup>[13-15]</sup>。同年，Pardolesi A 等在达芬奇机器人辅助下利用此项技术完成了解剖性肺段切除术<sup>[16]</sup>。ICG 具有水溶性特点，静脉推注后可以迅速而强烈地与血红蛋白结合。ICG 在人体内与高分子量的白蛋



表 1 两组患者术中一般情况比较

Table 1 Comparison of intraoperative data between the two groups

项目	研究组	对照组
总例数	9	13
体位	90° 折刀位	90° 侧卧位
手术床的高度	最低位	根据手术医生身高调整
注入 ICG 时机	切断动静脉及支气管后	切断动静脉及支气管后
显影后保留肺段颜色	亮绿色	淡绿色
显影后不保留肺段颜色	灰黑色	淡粉色

表 2 两组患者术中情况比较 ( $\bar{x} \pm s$ )Table 2 Comparison of intraoperative clinical data between the two groups ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	准备时间 (min)	手术时间 (min)	出血量 (ml)
研究组	9	49.33 ± 8.376	98.11 ± 13.280	24.44 ± 15.899
对照组	13	45.69 ± 10.258	139.85 ± 39.145	44.62 ± 21.839
P 值		0.372	0.003	0.021

白进行结合,并且只能通过肝脏代谢,很快被清除出血液,被肝脏摄取,排泄进胆汁,且不产生肠肝循环。ICG 在体内无代谢产物,以原形排出<sup>[17]</sup>。荧光成像原理为:当 750~810nm 的激发光源照射 ICG 结合蛋白时,发出的荧光峰值约 840nm,此波长极少被血红蛋白或水吸收;拥有敏感的红外光和适当滤波的机器人镜头可以捕捉含有 ICG 的结构,使术者可以清晰地辨认手术的边界。

近年来随着腹腔镜技术的发展,微创技术逐步在外科领域中发展,达芬奇机器人将微创手术推向了一个崭新的高度,其巧妙地结合了腹腔镜技术与计算机技术,使腹腔镜技术突破了瓶颈。而且,机器人的手术优势在临床应用中越来越明显。胸腔镜技术的固有瓶颈在大量的临床实践中也倍受外科医生的关注,其仅限于 5 个方向的胸腔镜器械操作活动度,明显制约了外科医生手的灵巧性,很难在人体狭窄而深的位置进行常规手术;术者的手眼协调性因助手控制

的二维图像视野而降低,从而使操作难度增加;术者手的自主震颤因套管针孔的长器械操作而放大,腹腔镜手术的稳定性和精确性也降低,同时增加了手术意外创伤的概率。因此,荧光胸腔镜肺段切除手术中的出血量比达芬奇机器人手术多。医生的手部动作通过传感器在达芬奇机器人的计算机中记录下来,并同步翻译传递给器械臂的头端,手术操作由各种微创器械完成。两条器械臂的关节腕有 2 个关节,且具有 7 个方向的自由活动度,其过滤了主刀医生手部的震颤,使手术操作更加灵活,同时可在人手眼难及的地方顺利完成各种手术操作,如夹紧、切割、转动、缝合和组织的牵拉等。在手术中机器人 Trocar 切口最小(8mm),辅助操作孔最大(不超过 3cm),术中切口周围的神经和血管用切口保护套进行保护,不仅避免了损伤,还降低了切口感染率。该系统还具有振动消除和动作定标功能,可保证器械臂在狭小的手术视野内进行精细的操作。

本研究对机器人手术系统在 ICG 荧光显影下进行肺段切除进行了初步探讨, 结果显示该系统能更好地在 ICG 显影下进行肺段切除。同时手术室护士也需要深入学习, 才能跟得上时代的发展, 并更好地配合机器人手术系统进行手术。

## 参考文献

- [1] 邹伟伟, 白玉, 王希龙, 等. 吲哚菁绿荧光成像联合亚甲蓝与纳米炭在乳腺癌前哨淋巴结活检中的对比[J]. 实用医学杂志, 2017, 33(11): 1857-1860.
- [2] Motono N, Iwai S, Funasaki A, et al. Low-dose indocyanine green fluorescence-navigated segmentectomy: prospective analysis of 20 cases and review of previous reports[J]. *Journal of Thoracic Disease*, 2019, 11(3): 702-707.
- [3] Mun M, Okumura S, Nakao M, et al. Indocyanine green fluorescence-navigated thoracoscopic anatomical segmentectomy[J]. *J Vis Surg*, 2017. DOI: 10.21037/jovs.2017.05.06.
- [4] Iizuka S, Kuroda H, Yoshimura K, et al. Predictors of indocyanine green visualization during fluorescence imaging for segmental plane formation in thoracoscopic anatomical segmentectomy[J]. *J Thorac Dis*, 2016, 8(5): 985-991.
- [5] Morgan J A, Ginsburg M E, Sonett J R, et al. Advanced thoracoscopic procedures are facilitated by computer-aided robotic technology[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2003, 23(6): 883-887.
- [6] Anderson C A, Hellan M, Falebella A, et al. Robotic-assisted lung resection for malignant disease[J]. *Innovations (Phila)*, 2007, 2(5): 254-258.
- [7] Egberts J H, Möller T, Becker T. Robotic-assisted sleeve lobectomy using the four-arm technique in the Da Vinci Si® and Xi® systems[J]. *Thorac Cardiovasc Surg*, 2019, 67(7): 603-605.
- [8] Ettinger D S, Aisner D L, Wood D E, et al. NCCN Guidelines Insights: Non-Small Cell Lung Cancer, Version 5.2018[J]. *J Natl Compr Canc Netw*, 2018, 16(7): 807-821.
- [9] 王述民, 许世广, 童向东, 等. 应用达芬奇机器人诊治肺周围小结节病变[J]. 中华临床医师杂志(电子版), 2013, 7(9): 3759-3763.
- [10] Feng R M, Zong Y N, Cao S M, et al. Current cancer situation in China: good or bad news from the 2018 Global Cancer Statistics?[J]. *Cancer Commun (Lond)*, 2019, 39(1): 22.
- [11] Misaki N, Chang S S, Gotoh M, et al. A novel method for determining adjacent lung segments with infrared thoracoscopy[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2009, 138(3): 613-618.
- [12] Innus Mohammad, Courtney Stanford, Martha D. Morton, et al. Structurally modified indocyanine green dyes. Modification of the polyene linker[J]. *Dyes and Pigments*, 2013, 99(2): 275-283.
- [13] Tarumi S, Misaki N, Kasai Y, et al. Clinical trial of video-assisted thoracoscopic segmentectomy using infrared thoracoscopy with indocyanine green[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2014, 46(1): 112-115.
- [14] Kasai Y, Tarumi S, Chang S S, et al. Clinical trial of new methods for identifying lung intersegmental borders using infrared thoracoscopy with indocyanine green: comparative analysis of 2 and 1-wavelength methods[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2013, 44(6): 1103-1107.
- [15] Pardolesi A, Veronesi G, Solli P, et al. Use of indocyanine green to facilitate intersegmental plane identification during robotic anatomic segmentectomy[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2014, 148(2): 737-738.
- [16] 王景霖. 吲哚菁绿荧光导航在外科手术中的应用[J]. 现代医学, 2017, 45(12): 1852-1854.
- [17] Kokudo N, Ishizawa T. Clinical application of fluorescence imaging of liver cancer using indocyanine green[J]. *Liver Cancer*, 2012, 1(1): 15-21.