

机器人手术系统在妇科恶性肿瘤中的应用研究进展

余璐¹, 杨林青^{2*}

¹济宁医学院临床医学院, 山东 济宁

²济宁医学院附属医院妇科, 山东 济宁

收稿日期: 2024年2月12日; 录用日期: 2024年3月8日; 发布日期: 2024年3月13日

摘要

在妇科恶性肿瘤的手术治疗方面, 机器人手术系统与传统腹腔镜手术相比具备更多的优点, 如3D立体视野、精准、灵活、减少震颤等。近些年随着机器人腹腔镜技术的发展, 其用于治疗妇科恶性肿瘤的各方面研究也更为深入。本研究通过查阅大量文献, 对机器人手术系统治疗妇科三大恶性肿瘤的现状进行总结, 以期临床手术治疗提供更加精准及个体化治疗的思考。

关键词

妇科恶性肿瘤, 宫颈癌, 卵巢癌, 子宫内膜癌, 机器人手术系统

Progress of Research on the Application of Robotic Surgical System in Gynecologic Malignancies

Lu Yu¹, Linqing Yang^{2*}

¹School of Clinical Medicine, Jining Medical University, Jining Shandong

²Department of Gynecology, Affiliated Hospital of Jining Medical University, Jining Shandong

Received: Feb. 12th, 2024; accepted: Mar. 8th, 2024; published: Mar. 13th, 2024

Abstract

In the surgical treatment of gynecologic malignant tumors, robotic surgical systems have more ad-
*通讯作者。

vantages than traditional laparoscopic surgery, such as 3D stereoscopic vision, precision, flexibility, and reduction of tremor. With the development of robotic laparoscopic technology in recent years, various aspects of its use in the treatment of gynecologic malignant tumors have been studied more intensively. This study summarizes the current status of robotic surgical systems for the treatment of three major gynecologic malignancies by reviewing a large amount of literature, with a view to providing clinical surgical treatment with more precise and individualized treatment thinking.

Keywords

Gynecologic Malignant Tumors, Cervical Cancer, Ovarian Cancer, Endometrial Cancer, Robotic Surgical System

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着外科微创技术的发展,腹腔镜手术已在临床普遍开展,其特点是微创,能够加速术后恢复,提高治疗效果。达芬奇机器人手术系统是为了克服腹腔镜技术的缺点而发展起来的,它能够给手术医生提供 3D 的立体视野,增强可视化效果,减少外科医生的生理性震颤,提高操作的灵活性及稳定性,减轻外科医生的疲劳[1]。自 2005 年美国食品药品监督管理局(FDA)批准达芬奇机器人手术系统用于妇科以来,机器人手术在妇科疾病中的使用大大增加,尤其应用于妇科恶性肿瘤的手术治疗[2]。相比于传统的开腹和腹腔镜手术,机器人手术虽有其二者无法比拟的优势及特点,但亦有不足。本文将通过对机器人手术系统对妇科恶性肿瘤的应用及治疗效果进行综述,为机器人手术在妇科恶性肿瘤未来的应用及发展提供参考依据。

2. 机器人手术系统

1983 年第一台手术机器人问世,该设备最终结合了机械臂以用于眼科手术。1997 年, Zeus[®]系统首次用于妇科手术进行输卵管吻合。2000 年,达芬奇手术系统成为美国 FDA 批准的第一台机器人手术系统,2016 年全年,美国共进行了约 175 万例机器人手术(包括泌尿科、妇科、心脏外科)[3]。达芬奇机器人手术系统是由外科医生控制台,床旁机械臂系统和成像系统三部分组成。外科医生控制台实现了远离患者进行手术操作,通过手柄复制人类手部运动,从而极大提高了工效学和灵巧性,相比传统腹腔镜手术,还能消除手术过程中人手的振动,稳定手术操作;床旁机械臂能够 360°选择,可以精确完成切割、分离、缝合、打结等精细动作;成像系统打破了传统腹腔镜的平面视觉效果,并能够将视野放大 10 倍,让外科医生更加清楚地发现并处理病灶[4][5]。

3. 机器人手术系统在宫颈癌中的应用

早期宫颈癌(FIGO2018 分期中 IA-IB2 期以及选择性的 IIA1 期)的治疗主要以手术为主,IB3-IVA 期宫颈癌则以放化疗为主,故目前大多数关于机器人手术治疗宫颈癌的研究主要以早期宫颈癌为主。既往的研究表明,与传统的腹腔镜手术或开腹手术相比,机器人手术治疗宫颈癌都具有更大的优势,主要表现为住院时间更短(25 mL vs. 62.5 mL, $p < 0.001$),术中出血量更少(1.8 d vs. 2.3 d, $p = 0.002$),术中及术后并发症更少(5% vs. 13%, $p < 0.01$) [6]。随着一项关于早期宫颈癌微创手术(腹腔镜手术与机器人手术)与开

腹手术的治疗效果比较的多中心随机对照试验(LACC 试验)的发表,文中观点认为微创手术后的早期宫颈癌患者预后更差,无病生存率与总生存期均较开腹手术患者低[7]。LACC 试验数据公布之后,美国国家综合癌症网络(The National Comprehensive Cancer Network, NCCN)建议倾向于使用传统开腹手术治疗早期宫颈癌,通过腹腔镜及机器人辅助进行的手术数量也大幅减少[8]。然而,也有学者对 LACC 试验提出质疑,如研究中的微创技术包含了机器人手术和腹腔镜手术,并未对二者进行明确区分,以及手术技术缺乏标准化考量。出于这些原因,Vanna 等人[9]对 198 例接受机器人手术的 IA2-IIA1 的早期宫颈癌患者进行分析,术后 4.5 年的 PFS 为 93.1% (SE \pm 2.1), OS 为 95.1% (SE \pm 1.8),按肿瘤大小分层,肿瘤直径 < 2 cm 及 \geq 2 cm 的患者 PFS 分别为 96.8% \pm 2.3% 和 87.9% \pm 4.1% ($p = 0.01$), OS 分别为 100% 和 89.8% \pm 40% ($p = 0.01$)。故他们推测,在采取一些技术预防措施以避免肿瘤外溢的同时,机器人手术作为早期宫颈癌的主要治疗方法可能是安全的,尤其是直径 < 2 cm 以下的肿瘤。此外,研究表明,对于有生育需求的年轻宫颈癌患者,通过机器人手术行根治性宫颈切除术后的复发率与腹腔镜或经阴道手术相当,然而术后妊娠率更高且早产率更低[10]。故虽然 LACC 试验的发表改变了许多妇科医生既往对于宫颈癌的手术方式的选择,机器人手术仍然在某些特定患者中存在一定的优势。

4. 机器人手术系统在子宫内膜癌中的应用

子宫内膜癌是全球妇女第六大常见癌症,0~74 岁妇女的终生累计发病率为 1.05%。由于肥胖人口的增加及人口老龄化,子宫内膜癌的发病率正在上升[11]。早期子宫内膜癌的标准术式是全面分期手术,包括全子宫切除术 + 双侧输卵管及卵巢切除术及淋巴结的评估。先前的研究已证实,与腹腔镜手术相比,机器人手术能够减少术中出血量、降低术后并发症的发生率,缩短住院时间[12]。然而在长期肿瘤结局方面,Perrone 等人[13]认为两种手术方式的无病生存期及总生存期并无明显差别,包括那些高危子宫内膜癌患者。Hanlin 等人随后的研究得出了相似的结论[14]。丹麦的一项全国性研究表明,接受机器人手术的早期子宫内膜癌患者,能够显著降低术后的严重并发症,包括术后 30 天内死亡,以及术后 90 天内确诊的并发症,如急性肾衰竭、败血症等。研究者们因此得出结论:适宜在全国范围内推广机器人手术[15]。对于合并肥胖的子宫内膜癌患者,增加了手术本身的难度,而使用机器人手术系统是不错的选择。如在 Gracia 等人的研究中,对于 BMI > 30 kg/m² 的子宫内膜癌患者,机器人手术组术后与腹腔镜组术后相比,住院时间更短($p = 0.002$),术中出血量更少($p = 0.004$),且中转开腹的可能性更低($p = 0.004$) [16]。接着 Asanoma 等人又对接受机器人手术的子宫内膜癌患者进行肥胖等级的分层分析,得出结论,机器人手术在治疗肥胖(BMI > 30 kg/m²)及病态肥胖(BMI > 35 kg/m²)的患者中与非肥胖患者一样安全[17]。综上所述,机器人手术在子宫内膜癌的治疗中具备一定的优势,尤其针对于肥胖人群。从长期肿瘤结局来看,机器人手术与腹腔镜手术都是较好的选择,但机器人手术在术中及术后并发症方面要优于腹腔镜手术。

5. 机器人手术系统在卵巢癌中的应用

在世界范围内,卵巢癌每年造成约 239,000 例新发病例及 152,000 例死亡病例,是女性第五大常见癌症。相比于宫颈癌和子宫内膜癌,卵巢癌的死亡率高的主要原因是超过 2/3 的病例被发现时已经处于疾病晚期[18]。卵巢癌的手术治疗主要以开腹手术为主,然而机器人手术亦有其优点。Feuer 等人分析了机器人手术治疗上皮性卵巢癌的有效性及可行性,并与开腹手术进行了比较,结果表明,虽然机器人手术所需的手术时间比开腹手术要长(138.6 vs. 95.2 min),但机器人手术术中预估失血量比开腹手术少(94.9 vs. 385.4 mL),住院时间也更短(2.3 vs. 6.2 天),术后恢复更快,能尽早的开始术后化疗[19]。最近的一项关于机器人手术治疗卵巢癌与开腹及腹腔镜手术疗效比较的 Mate 分析也得出与上述研究相似的结论,机器人手术与腹腔镜手术比开腹手术的住院时间短、失血量少、并发症及输血发生率低,然而,3 种手术方

式患者的5年生存率无明显差异[20]。早期卵巢癌的治疗以全面分期手术为主,其中包括了大网膜的切除,机器人手术术中需要使用旋转台倒转体位完成上腹部的操作,国内有学者[21]对比了机器人手术治疗早期卵巢癌术中倒转体位与非倒转体位的治疗效果。研究表明非倒转体位组的患者手术时间(158 ± 32 vs. 208 ± 33 min, $p < 0.01$)及术后肛门排气时间(2.1 ± 0.8 vs. 2.6 ± 0.5 d, $p < 0.01$)均较倒转体位组要短,且两组患者术中及术后并发症的发生率均无明显差异。因此研究者认为使用机器人手术进行早期卵巢癌的治疗时,不进行体位的倒转也是安全可行的,但长期肿瘤结局还需进一步的随访。从目前的研究来看,机器人手术治疗卵巢癌是安全并且可行的,然而还需更大样本及更多的研究对患者的长期肿瘤结局进行随访,以进一步评估机器人手术的长期治疗效果。

6. 总结与展望

机器人手术的发展,预示着医疗及科技水平的进步,同时也反映出人们对于疾病治疗的效果期望也更高。机器人手术既能满足腹腔镜手术的微创要求,在此基础上又提高了精密度,减少并发症的同时也减少患者的痛苦。从目前的研究来看,机器人手术应用于妇科恶性肿瘤存在一定的优势,尤其是某些特定人群,但也不能完全替代传统的开腹手术及腹腔镜手术。相信未来将会有更多关于机器人手术治疗妇科恶性肿瘤的深入研究,从而进一步扩大妇科恶性肿瘤的手术适应症。

参考文献

- [1] 马芮, 马佳佳, 宋晖, 等. 机器人手术系统在妇科恶性肿瘤中的应用[J]. 现代肿瘤医学, 2017, 25(10): 1670-1673.
- [2] Sia, T.Y., Basaran, D., Dagher, C., et al. (2023) Laparoscopy with or without Robotic Assistance Does Not Negatively Impact Long-Term Oncologic Outcomes in Patients with Uterine Serous Carcinoma. *Gynecologic Oncology*, **175**, 8-14. <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2023.05.064>
- [3] Micha, J.P., Rettenmaier, M.A., Bohart, R.D., et al. (2022) Robotic-Assisted Surgery for the Treatment of Breast and Cervical Cancers. *JSLs: Journal of the Society of Laparoscopic & Robotic Surgeons*, **26**, e2022.00014. <https://doi.org/10.4293/JSLs.2022.00014>
- [4] 高原, 孟元光. 浅谈微创手术在妇科恶性肿瘤领域的现状[J]. 中华腔镜外科杂志(电子版), 2018, 11(4): 253-256.
- [5] 王雪燕, 贺燕, 李静文, 等. 机器人手术系统在妇科肿瘤中的应用及研究进展[J]. 癌症进展, 2019, 17(16): 1881-1884.
- [6] Loverix, L., Salihi, R.R., Van Nieuwenhuysen, E., et al. (2020) Para-Aortic Lymph Node Surgical Staging in Locally-Advanced Cervical Cancer: Comparison between Robotic versus Conventional Laparoscopy. *International Journal of Gynecologic Cancer*, **30**, 466-472. <https://doi.org/10.1136/ijgc-2019-000961>
- [7] Ohlmann, C. and Hadaschik, B. (2019) Minimally Invasive versus Abdominal Radical Hysterectomy for Cervical Cancer. *European Urology*, **75**, 875. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2019.01.029>
- [8] Bogani, G., Di Donato, V., Scambia, G., et al. (2022) Radical Hysterectomy for Early Stage Cervical Cancer. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **19**, Article 11641. <https://doi.org/10.3390/ijerph191811641>
- [9] Zanagnolo, V., Baroni, C., Achilarré, M.T., et al. (2021) Oncologic Outcomes of Robotic Radical Hysterectomy (RRH) for Patients with Early-Stage Cervical Cancer: Experience at a Referral Cancer Center. *Annals of Surgical Oncology*, **28**, 1819-1829. <https://doi.org/10.1245/s10434-020-09016-1>
- [10] Ekdahl, L., Paraghamian, S., Eoh, K.J., et al. (2022) Long Term Oncologic and Reproductive Outcomes after Robot-Assisted Radical Trachelectomy for Early-Stage Cervical Cancer. An International Multicenter Study. *Gynecologic Oncology*, **164**, 529-534. <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2021.12.029>
- [11] Ha, H.I., Chang, H.K., Park, S.J., et al. (2021) The Incidence and Survival of Cervical, Ovarian, and Endometrial Cancer in Korea, 1999-2017: Korea Central Cancer Registry. *Obstetrics & Gynecology Science*, **64**, 444-453. <https://doi.org/10.5468/ogs.21116>
- [12] Eoh, K., Nam, E., Kim, S., et al. (2021) Nationwide Comparison of Surgical and Oncologic Outcomes in Endometrial Cancer Patients Undergoing Robotic, Laparoscopic, and Open Surgery: A Population-Based Cohort Study. *Cancer Research and Treatment*, **53**, 549-557. <https://doi.org/10.4143/crt.2020.802>
- [13] Perrone, E., Capasso, I., Pasciuto, T., et al. (2021) Laparoscopic vs. Robotic-Assisted Laparoscopy in Endometrial

Cancer Staging: Large Retrospective Single-Institution Study. *Journal of Gynecologic Oncology*, **32**, e45.

<https://doi.org/10.3802/jgo.2021.32.e45>

- [14] Fu, H., Zhang, J., Zhao, S., *et al.* (2023) Survival Outcomes of Robotic-Assisted Laparoscopy versus Conventional Laparoscopy and Laparotomy for Endometrial Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Gynecologic Oncology*, **174**, 55-67. <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2023.04.026>
- [15] Jørgensen, S.L., Mogensen, O., Wu, C., *et al.* (2019) Nationwide Introduction of Minimally Invasive Robotic Surgery for Early-Stage Endometrial Cancer and Its Association with Severe Complications. *JAMA Surgery*, **154**, 530-538. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2018.5840>
- [16] Gracia, M., García Santos, J., Ramirez, M., *et al.* (2020) Value of Robotic Surgery in Endometrial Cancer by Body Mass Index. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, **150**, 398-405. <https://doi.org/10.1002/ijgo.13258>
- [17] Asanoma, K., Yahata, H., Okugawa, K., *et al.* (2022) Impact of Obesity on Robotic-Assisted Surgery in Patients with Stage IA Endometrial Cancer and a Low Risk of Recurrence: An Institutional Study. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*, **48**, 3226-3232. <https://doi.org/10.1111/jog.15434>
- [18] Van Trappen, P., De Cuyper, E. and Claes, N. (2023) Robotic Surgery in Early and Advanced Ovarian Cancer: Case Selection for Surgical Staging and Interval Debulking Surgery. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, **280**, 7-11. <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2022.11.005>
- [19] Zimmermann, J.S.M., Radosa, J.C., Radosa, M.P., *et al.* (2021) Survey of Current Practices and Opinions of German Society of Gynecologic Endoscopy Members Regarding the Treatment of Ovarian Neoplasia by Robotic Surgery. *Archives of Gynecology and Obstetrics*, **303**, 1305-1313. <https://doi.org/10.1007/s00404-020-05876-w>
- [20] Tang, Q., Liu, W., Jiang, D., *et al.* (2022) Perioperative and Survival Outcomes of Robotic-Assisted Surgery, Comparison with Laparoscopy and Laparotomy, for Ovarian Cancer: A Network Meta-Analysis. *Journal of Oncology*, **2022**, Article ID: 2084774. <https://doi.org/10.1155/2022/2084774>
- [21] 纪妹, 赵翌, 李悦, 等. 非倒转体位下机器人系统辅助腹腔镜手术在早期卵巢恶性肿瘤全面分期手术中的应用[J]. *中华妇产科杂志*, 2020, 55(3): 183-187.