

机器人单孔腹腔镜手术在妇科领域的应用进展

范江涛, 陈俏如, 卢静兰, 赵瑾澈

(广西医科大学第一附属医院妇产科 广西 南宁 530021)

摘要 自2005年达芬奇机器人手术系统进入妇科领域以来,在手术的微创化方面已经取得了重要进展。越来越多的学者将机器人单孔腹腔镜手术(Robotic laparoendoscopic single-site, R-LESS)应用到妇科各种手术操作中。本文描述了机器人单孔腹腔镜手术的历史进展,通过复习R-LESS在良性子宫全切术、子宫肌瘤切除、阴道-骶骨固定术以及妇科恶性肿瘤的文献资料,发现R-LESS在妇科领域是可行、安全的,手术结局和并发症方面不差于多孔机器人手术。越来越多的机器人单孔手术平台的出现,为克服目前R-LESS存在的局限性开拓了良好的前景。

关键词 机器人单孔手术; 妇科手术; 子宫全切术; 肌瘤切除术; 阴道骶骨固定术

中图分类号 R713 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721(2020)02-0124-10

Application progress of robotic laparoendoscopic single-site surgery in gynecology

FAN Jiangtao, CHEN Qiaoru, LU Jinglan, ZHAO Jinche

(Department of Obstetrics and Gynecology, the First Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, Nanning 530021, China)

Abstract Since the Da Vinci robotic surgery system approved by the FDA (the Food and Drug Administration, US) in 2005, significant advances in minimally invasive surgery has been achieved with its application in gynecology. More and more researchers have applied the robotic laparoendoscopic single-site (R-LESS) into gynecologic surgeries. This review describes the history and development of laparoendoscopic single-site (LESS) and R-LESS. The published literatures on clinical application of R-LESS in hysterectomy, myomectomy, sacrocolpopexy and gynecologic malignancies were reviewed. The results show that R-LESS is feasible and safe in gynecologic surgeries, the outcomes and complications have no significant differences to multiport robotic surgery. With the application of more platforms of robotic single site, the limitations of R-LESS will be hopefully overcome.

Key words Robotic laparoendoscopic single site; Gynecologic surgery; Hysterectomy; Myomectomy; Sacrocolpopexy

收稿日期: 2020-03-09 录用日期: 2020-05-01

Received Date: 2020-03-09 Accepted Date: 2020-05-01

基金项目: 广西重点研发计划(桂 AB17195003)

Foundation Item: Key Research & Development projects in Guangxi (AB17195003)

引用格式: 范江涛, 陈俏如, 卢静兰, 等. 机器人单孔腹腔镜手术在妇科领域的应用进展 [J]. 机器人外科学杂志, 2020, 1(2): 124-133.

Citation: FAN J T, CHEN Q R, LU J L, et al. Application progress of robotic laparoendoscopic single-site surgery in gynecology[J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2020, 1(2):124-133.

腹腔镜手术目前已经成为妇科医生和患者偏爱的一种手术方式。大部分的妇科手术都可以通过腹腔镜来完成。单孔腹腔镜手术（Laparoendoscopic single-site, LESS）在妇科领域的应用要追溯到 20 世纪 60 年代。1969 年 Wheelless C R^[1] 在文章中第一次描述了通过单孔腹腔镜技术完成了输卵管结扎术。在后来的临床中，他们通过该技术完成了 4 000 多例输卵管结扎术^[2]。直到 1991 年，《新泽西医学杂志》上发表了第一篇单孔腹腔镜下全子宫切除术^[3]。从第 1 例妇科的 LESS 手术报道至今已经有半个世纪了，单孔腹腔镜手术技术并未成为妇科手术的标准术式，原因是多方面的：缺少手术操作“三角”、需要特殊器械、器械之间的拥挤和碰撞、人体工学的挑战以及需要特殊的培训等。随着科技的发展，各种新器械设备的不断涌现，如可弯曲或弧形的器械，单孔腹腔镜中这些局限性逐步被克服。达芬奇机器人手术平台自 2005 年被美国食品药品监督管理局（US Food and drug administration, FDA）批准用于妇科领域以来^[4]，由于其得天独厚的特点和优势，如术中出血量减少、术后疼痛程度降低，3D 手术视野、手术者震颤的滤除等^[5-6]，在妇科手术中得到迅速的发展。基于机器人平台的单孔腹腔镜技术也随之得到广泛应用。下面就单孔机器人手术（Robotic laparoendoscopic single-site, R-LESS）在妇科领域的应用做一综述。

1 单孔机器人手术平台的发展历史

Haber 等^[7]在 2008 年首先报道了成功使用机器人单孔手术平台实施动物肾盂成形术、部分肾切除以及广泛肾切除手术。随后 Kaouk 等^[8]报道了人类首例单孔机器人（R-LESS）完成广泛前列腺切除和肾切除的手术。机器人机械臂

更多自由度的活动能力以及手术操作“三角”形成、改善的人体工学等有助于使机器人单孔手术成功实施。妇科领域首例机器人单孔手术报道于 2009 年^[9]，患者是一名 60 岁的乳腺癌且乳腺癌易感基因（BRAC）阳性的女性，术者对其完成了经脐部单孔机器人下的预防性全子宫双附件切除。手术历时 168min，出血 80ml，术后恢复良好。随着单孔机器人手术在妇科领域的逐渐应用开展，2013 年美国 FDA 批准了达芬奇机器人系统进行妇科单孔手术操作^[10]。目前，Intuitive Surgical 公司又推出了 Da Vinci SPTM 单孔手术平台，在 2018 年 FDA 已经批准用于泌尿外科的相关手术^[11]。

2 单孔机器人手术平台及器械

目前临床上常用的机器人单孔手术平台大体有 3 种类型。妇科领域目前最常用的是结合达芬奇 Si 或 Xi 手术平台系统，通过脐部 2.5cm 单切口放置多通道的 port，然后将手术器械和设备跟机器人平台连接。这种手术方式的优势是可以使用多孔达芬奇机器人系统的手术器械，充分发挥其自由度大、可以内腕转的功能，避免了半硬器械以及“直杆”器械不能内腕转的不足。但是也存在一些局限性，比如与达芬奇 Si 系统连接时，由于机械臂比较粗大，同样存在机械臂之间的拥挤和碰撞，干扰手术操作的问题。另外由于没有特定的人体脐部端口（port），所以在选择使用 port 时大部分并非机器人平台专用，在使用过程中同样存在漏气、不能很好维持腹压的问题。

第 2 种单孔机器人平台是由 Intuitive Surgical 公司推出的达芬奇单孔手术平台（Da Vinci single-site），2013 年由美国 FDA 批准的可以与达芬奇 Si 手术系统结合应用于妇科的手术，使用达芬奇单孔专用器械来完成手术操作。

这套器械包括了一个四通道和一根外接充气管道的端口：两个通道可以弯曲的套管与机械臂相连接，另外一个直的套管连接腔镜内窥镜，还有一个直的套管供床旁助手使用（如图 1）^[12]。弯曲的套管和相应的机器人器械目的是为了更好形成手术操作“三角”（如图 2）^[10]。手术过程中通过达芬奇 Si 系统自带软件的控制，可以使术者的操作与屏幕中所见达到同侧手眼控制（如图 3）^[12]。



图 1 达芬奇机器人单孔套装

Figure 1 Da Vinci single hole instrument assembly

注：Gelport，两个弯曲的套管，两个直的套管，以及一根充气管。

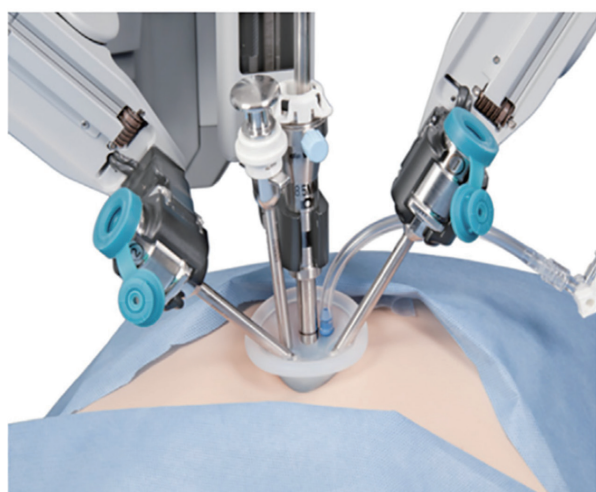


图 2 达芬奇机器人单孔平台套管与机器人系统连接

Figure 2 Final docked Da Vinci Single-Site platform

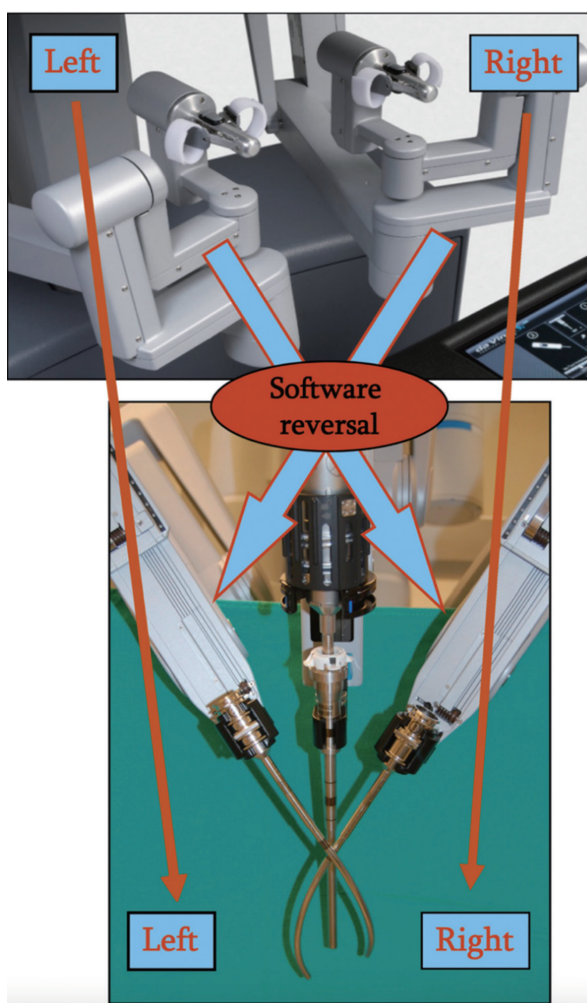


图 3 单孔达芬奇机器人平台

Figure 3 Surgeon Console of Da Vinci single-site system

注：通过软件控制，使术者眼手一致。



图4 Da Vinci SP 单孔手术平台

Figure 4 Da Vinci SP single port surgical platform

注：内窥镜和操作器械同一套管进入。



图5 Da Vinci SP 在泌尿外科手术中所用的平台

Figure 5 Da Vinci SP's platform for urological surgery

3 单孔机器人手术在妇科疾病中的应用

3.1 良性子宫切除术

子宫切除术是妇科实施最多的术式。目前有诸多关于机器人单孔平台实施良性子宫切除的相关研究。这些研究中，大多关注了手术的可行性、安全性，美容效果、学习曲线，以及与其

他单孔平台相比较的手术相关数据，包括手术时间、估计出血量、住院时间、中转率、并发症发生率等^[15-18]，结果并不统一。ZHANG Y Z 等^[16] 在一项回顾性研究中，比较了 47 例传统腹腔镜（LESS）和 129 例机器人单孔（R-LESS）全子宫切除术的手术相关数据，手术指征均为良性疾病。分析发现，手术时间上 LESS 较 R-LESS 长 16.36min（91.42min Vs 75.06min， $P<0.01$ ），进一步在不同子宫重量的分层比较中，LESS 的手术时间仍然较 R-LESS 长。两组患者在子宫重量、估计术中出血量、住院时间以及术后 1 年的随访中并发症发生率上没有显著差异。Gungor M 等^[19] 的研究中，同样比较了 20 例 R-LESS 与 25 例 LESS 在子宫切除术中几项关键数据，结果表明就有经验的术者而言，两种手术都具备好的可行性和安全性，并且在手术时间、围术期并发症、术中中转率、疼痛分数以及恢复时间上两组无差异。在另外 3 篇关于 R-LESS 与 LESS 比较的子宫切除的文章中显示，机器人单孔子宫切除的手术时间要明显长于传统腹腔镜单孔^[18, 20-21]。但是估计术中出血量在 R-LESS 组较 LESS 组显著减少（中位估计出血量 20ml Vs 50ml， $P=0.009$ ）^[18]，住院时间缩短了 8.12h（ $P=0.003$ ）^[20]。在最近发表的一篇关于 R-LESS 和 LESS 在全子宫切除中的 Meta 分析的文章中^[22]，纳入了 6 篇研究共计 412 例患者，其中行 R-LESS 150 例，行 LESS 262 例。结果表明，无论总的手术时间或单纯子宫切除时间，以及围术期并发症、中转率等方面，两种术式之间均无差异。但是在术中估计出血量和住院时间上，R-LESS 均较 LESS 有显著优势，分别减少 10.84ml（ $P=0.03$ ）和 0.32d（ $P<0.00001$ ）。因为阴道残端的缝合在单孔全宫切手术中是最具挑战性的操作，有不少研究者关注了 R-LESS 下的阴道残端缝合时间和学习曲线的问题。在

Akdemir A 等^[23]的研究中分析了 24 例 R-LESS 行全子宫切除术的腔内阴道缝合及其学习曲线。结果发现, R-LESS 下子宫切除术的平均阴道残端缝合时间为 (23.2 ± 7.0) min, 学习曲线分析结果为当达到 14 例手术后, 阴道残端的缝合时间达到一个平台期。在 Iavazzo 等^[24]的研究中发现, 平均 R-LESS 子宫切除术中阴道残端的缝合时间为 23.9min。总之, 虽然目前的研究缺少大样本的前瞻性多中心的随机对照的临床研究 (Randomized controlled trial, RCT), 但就目前现有的研究均表明, R-LESS 全宫切在技术上是可行、安全的。

3.2 子宫肌瘤切除术

多孔机器人子宫肌瘤切除术首先由 Advincula 等^[25]在 2004 年报道。由 Lewis 等^[26]于 2015 年首次报道了 4 例单孔机器人子宫肌瘤切除术。手术者使用达芬奇公司的单孔手术平台 (Da Vinci single-site) 与达芬奇 Si 系统结合完成手术。平均手术时间为 210min, 平均出血量为 103ml。4 例患者均未中转为其它术式, 2 例患者在手术当日出院, 另外 2 例患者在术后第 1d 出院。在术后 4 周的随访中, 没有感染、脐疝的发生。在两项回顾性报道中, Choi^[27]和 Kim 等^[28]分别分析了 61 例和 101 例单孔机器人子宫肌瘤切除术的数据。两项研究中均处理了各种类型的子宫肌瘤, 包括浆膜下、肌壁间、阔韧带肌瘤等, 切除子宫肌瘤个数在两项研究中最均达到 12 个, 手术均顺利完成, 无并发症发生, 没有中转为其他术式。两组的平均手术时间和术中估计平均出血量分别为 (135.98 ± 59.62) min、 (144.5 ± 53.2) min 和 (182.62 ± 153.02) ml、 (201.6 ± 138.5) ml。在 Moawad G N 等^[29]的一项多中心回顾性研究中比较了 95 例机器人多孔子宫肌瘤切除 (Robotic multiport myomectomy,

RMM) 与 80 例机器人单孔子宫肌瘤切除 (Robotic single-site myomectomy, RSSM) 的结局。结果显示, RSSM 患者与 RMM 患者在估计出血量 $(83.3\text{ml Vs } 109.2\text{ml}, P=0.34)$ 、手术时间 $(162.4\text{min Vs } 162.4\text{min}, P=0.99)$ 、住院过夜几率 $(OR=1.54, P=0.44)$ 以及术后并发症率 $(OR=1.3, P=0.78)$ 等方面无统计学差异, 证明机器人单孔肌瘤切除可以达到与机器人多孔相同的手术结局。最近有韩国作者^[30]介绍了一种与 RSSM 相结合的手术方式, 称为混合式机器人单孔肌瘤切除术 (Hybrid robotic single-site myomectomy, H-RSSM), 并比较了 H-RSSM 与 RSSM 的手术结果。H-RSSM 首先行传统单孔手术剔除子宫肌瘤, 然后对接安装机器人手术平台进行子宫肌层的缝合。目的是为了克服 RSSM 中肌瘤剔除时对拉力不足缺陷, 同时利用了机器人手术平台缝合的优势。结果显示, H-RSSM 在手术时间 $[(98.7 \pm 31.7) \text{ min Vs } (141.4 \pm 54.4) \text{ min}, P<0.001]$ 和估计术中出血量 $[(131.5 \pm 78.1) \text{ ml Vs } (212.3 \pm 189.8) \text{ ml}, P<0.001]$ 等方面优于 RSSM。综上, 单孔机器人肌瘤切除术, 能够克服传统单孔肌瘤切除术中固有的器械拥挤碰撞、内窥镜不稳定、缺少操作“三角”、缝合技术难度高、人体工学的不舒适等挑战, 使机器人单孔肌瘤具有可靠的安全性和可行性。

3.3 盆底重建术

骶骨阴道固定术 (Sacrocolpopexy, SCP) 是治疗盆腔器官脱垂 (Pelvic organ prolapse, POP) 的金标准。传统腔镜下治疗 POP 是由 Nezhat 等^[31]首先于 1994 年报道。但是由于存在技术上的难度和较长的学习曲线, 该项技术的推广受到了阻碍。机器人骶骨阴道固定术 (Robotic sacrocolpopexy, RASC) 的出现, 降低了术者在分离间隙、腹

腹腔镜下缝合等方面的技术难度^[32]。随着达芬奇单孔手术系统的出现,有学者逐渐将这个平台应用于妇科盆腔器官脱垂的治疗和重建的手术中。2016年Lee S R^[33]首先报道了利用具有内腕功能的持针器进行的6例POP患者的系列单孔RASC。所有患者均在完全机器人腹腔镜下完成手术,平均手术时间为 (122.17 ± 22.54) min,平均术中出血为 (66.67 ± 45.02) ml,没有术中及术后并发症发生,初步证实了单孔机器人平台在SCP中的安全性和可行性。在一项单中心RCT研究中^[34],笔者首次比较了机器人单孔(R-LESS)与多孔(Multi-port robotic, MPR)手术在SCP中的近期及远期效果。总共64例盆腔器官脱垂定量分期(Pelvic organ prolapse quantitation, POP-Q)在2~4期的患者,随机分配入R-LESS组和MPR组(各32例),接受SCP手术。主要观察指标为手术时间,其它指标包括术中出血、住院时间、术后疼痛、术中术后并发症,并进行了术后6周及6个月时的手术效果评估、患者瘢痕评估调查,术后6个月时盆腔器官脱垂/尿失禁、性生活的问卷调查等。结果表明,在平均手术时间方面,R-LESS (181.3 ± 32.6) min较MPR (157.5 ± 42) min显著延长($P=0.018$),其他结果两组没有统计学差异。除了SCP之外,R-LESS也在其他POP的手术方式中显示出其安全性和可行性。Giannini A等^[35]报道了1例71岁、子宫及阴道前壁脱垂POP-Q III度的患者,在机器人单孔手术平台完成了世界首例双侧顶端悬吊术(Single-site robotic apical lateral suspension, SS-RALS),手术历时155min,无并发症发生。最近Ganesan等^[36]将Da Vinci SPTM单孔手术平台也应用于SCP,在他们的病例系列报道中,首次将达芬奇SP单孔手术平台与磁力牵开器相结合,完成了3例POP-Q III~IV度脱垂的SCP。

手术时间为198~247min,估计术中出血量为10~50ml,无并发症发生。虽然目前缺乏多中心、大样本的研究,但R-LESS在POP的手术处理中仍有较好的前景。

3.4 妇科恶性肿瘤手术

首篇包括妇科恶性肿瘤诊断的机器人单孔手术病例系列报道发表于2009年^[37]。在13例妇科良恶性肿瘤的系列病例报道中,4例患者接受了机器人单孔下的全子宫双附件切除,或者早期卵巢癌的腹膜后淋巴结活检术等,初步证实了机器人单孔手术在有选择的妇科恶性肿瘤治疗中的可行性。在Yoo H N^[38]、Buckley等^[39]的初步研究中,也同样表明了单孔机器人手术在早期妇科恶性肿瘤(包括早期宫颈癌、卵巢癌、子宫内膜癌)手术(包括子宫切除、双附件切除、盆腔淋巴结切除以及腹主动脉旁淋巴结切除术)中是安全、可行的,手术结局肯定。

3.4.1 子宫内膜癌

在3项子宫内膜癌的回顾性研究中,Corrado G^[40]、Moukarzel L A^[41]以及Corrado G等^[42]的研究中均比较了机器人单孔(R-LESS)与多孔(RMP)在早期子宫内膜癌手术中手术结局、手术数据、以及费用等方面的差异。在Corrado等^[40]的研究中,R-LESS与RMP的手术时间无差异(110min Vs 102.5min, $P=0.889$);术中失血量R-LESS显著少于RMP(50ml Vs 100ml, $P=0.001$);住院天数R-LESS显著短于RMP(2d Vs 3d, $P=0.001$)。两组术中并发症的发生率是无差异的。在Moukarzel等^[41]的研究中,同样发现两组的手术时间(无论总手术时间还是操控台时间)无统计学差异,术中出血量无差异,平均为50ml。这项研究中,两组均进行了前哨淋巴结绘图,双侧成功率在R-LESS组以及RMP组分别为85.7%和76.9%。术中及术后30d时两组并发症发生率无

差异。Corrado 等^[42]的多中心研究中，重点比较了 R-LESS 与 RMP 在肥胖患者子宫内膜癌中的数据。结果显示，将体重指数（Body mass index, BMI）划分为 A（30~34.9 kg/m²）、B（35~39.9 kg/m²）以及 C（>40 kg/m²）三个级别，当 BMI 是 A 级别时，与 RMP 组相比，R-LESS 组手术时间（ $P=0.02$ ）和术中出血（ $P<0.001$ ）是最低的，术中出血量和中转率随着 BMI 的增加而增加（ $P=0.01$ ）。当 BMI 为 A 级别时，与 R-LESS 组相比，RMP 组的住院时间显著增加（ $P=0.002$ ）。作者得出结论，当 BMI 超过 35 kg/m² 时，R-LESS 的住院时间优势将消失。

在另外一篇较早的病例对照研究^[43]中，作者比较了机器人单孔手术 R-LESS 与传统单孔手术 LESS 在早期子宫内膜癌治疗中的各项结果。结果显示，平均术前安装机器与 port 时间，R-LESS 组显著长于 LESS 组（8min Vs 2min, $P=0.0001$ ）；平均术中出血量 R-LESS 组多于 LESS 组（75ml Vs 30ml, $P=0.005$ ）。两组在手术时间以及住院天数方面无差异。

3.4.2 宫颈癌及累及宫颈的子宫内膜癌

在 Vizza E 等^[44]的一项初步研究中，评估了 R-LESS 在广泛子宫切除加盆腔淋巴结清扫中的可行性和安全性。在该项研究中，作者入选了 20 例患者，包括了国际妇产科联盟（International federation of gynecology and obstetrics, FIGO）II 期的子宫内膜癌、IB₁ 期的宫颈癌以及新辅助化疗后 IB₂~IIB 期局部晚期宫颈癌（化疗临床反应超过 50%）。所有患者均完成了 R-LESS 手术。平均手术时间为 190min（90~310min），中位出血量 75ml（20~700ml），中位淋巴结清除个数为 16 枚（5~27 枚），中位住院时间 6d（4~16d）。无术中并发症发生，术后并发症发生率为 20%（4 例）。作者得出结论，机器人单孔广泛子宫切除加盆腔淋巴结清扫术在技术上是可行的，

但需要更大样本量的研究。

3.4.3 卵巢癌

R-LESS 在卵巢癌中的应用研究较少，大部分为个案报道或仅有少样本的研究^[37-39]。该部分在前文已经提及。

4 单孔机器人手术的优势与局限

4.1 优势

除了具有传统单孔手术的微创、美容、恢复快、疼痛轻以及多孔机器人手术的裸眼 3D 术野、震颤滤除、内窥镜头稳定的特点外，单孔机器人手术在诸多方面克服了传统单孔手术的局限性。首先是“筷子效应”。Intuitive Surgical 公司的达芬奇单孔手术系统（Da Vinci single-site）使用弯曲套管（如图 1），可以使两个半硬的器械在腹腔内保持距离^[45]（如图 6），克服了传统单孔手术中邻近器械相互“打架”、缺乏手术操作三角的短板。其次，机器人单孔手

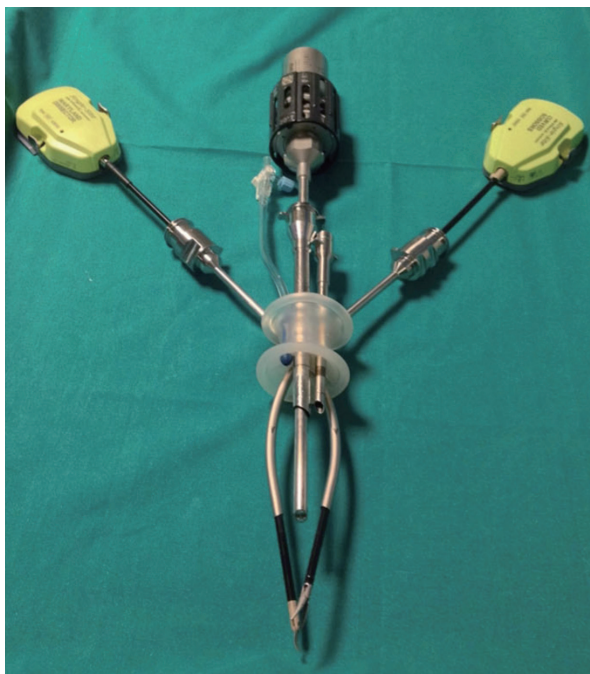


图 6 达芬奇单孔手术系统使用的弯曲的套管和半硬的器械
Figure 6 Da Vinci single port: curved cannulas and semi-rigid instrument

术系统可以通过机器人平台软件的控制，术者的右手可以操控通过左侧套管进入到腹腔内右侧的器械，反之亦然。这样术者可以做到同侧手眼控制^[45]，克服了传统单孔手术中的空间问题。最后，由于具有内腕功能的持针器，使得机器人单孔下的缝合变得更容易。

4.2 局限性

目前妇科领域常用的机器人单孔手术系统仍然存在外部机器系统体积过大，体外部分器械拥挤、碰撞，以及留给床旁助手的空间窄小等问题。这个问题或许可以通过与 Da Vinci Xi 系统相结合来克服。缺乏触觉反馈和需要一个训练有素的助手也被认为是 R-LESS 的局限性。另外，与多孔机器人手术相比，R-LESS 在脐部 2~3cm 的切口，增加了脐疝的风险。当然，机器人单孔手术的费用也是它的一个短板之一。

5 单孔机器人手术的发展前景

目前 Da Vinci SPR 手术系统虽然尚未被美国 FDA 批准用于妇科领域，相信随着临床应用的增加，这个系统也会用于妇科手术。除了 Intuitive Surgical 公司的机器人单孔手术系统外，其他科技公司也在单孔机器人方面进行着不懈的努力。Medrobotics Flex Robotic System (Raynham, MA)、Transenterix (Morrisville, NC)、Titan Medical (Toronto, Canada) 的 SPORT (Single Port Orifice Robotic Technology) 手术系统^[46]、SPIDERR 手术系统^[47](TransEnterix, Durham, NC, USA) 等均在不同层面上进行机器人单孔手术的动物实验或初期临床应用。相信在不久的将来，临床手术领域除了 Intuitive Surgical 的达芬奇单孔手术系统外，还会涌现出更多的产品，技术上的良性竞争最终会造福于患者。

6 结语

机器人单孔手术的出现既满足了人们对手术微创、美容、恢复快的需求，又克服了传统单孔腹腔镜的技术难点，在目前检索到的文献中均体现出了可行性和安全性，但是目前仍然缺少多中心、前瞻性的随机临床研究。技术革新将推动新单孔机器人平台的出现。

参考文献

- [1] Wheelless C R. A rapid, inexpensive and effective method of surgical sterilization by laparoscopy[J]. J Reprod Med, 1969, 3 (5): 65-69.
- [2] Wheelless CR Jr, Thompson B H. Laparoscopic sterilization: review of 3600 cases[J]. Obstet Gynecol, 1973, 42 (5): 751-758.
- [3] Pelsoi M A, Pelosi MA 3rd. Laparoscopic hysterectomy with bilateral salpingo-oophorectomy using a single umbilical puncture[J]. N J Med, 1991, 88 (10): 721-726.
- [4] Advincula A P, Song A. The role of robotic surgery in gynecology[J]. Curr Opin Obstet Gynecol, 2007, 19 (4): 331-336.
- [5] Gala R B, Margulies R, Steinberg A, et al. Systematic review of robotic surgery in gynecology: robotic techniques compared with laparoscopy and laparotomy[J]. J Minim Invasive Gynecol, 2014, 21 (3): 353-361.
- [6] Anger J T, Mueller E, Tarnay C, et al. Robotic compared with laparoscopic sacrocolpopexy: a randomized controlled trial[J]. Obstet Gynecol, 2014, 123 (1): 5-12.
- [7] Haber G P, Crouzet S, Kamoi K, et al. Robotic NOTES (natural orifice transluminal endoscopic surgery) in reconstructive urology: initial laboratory experience[J]. Urology, 2008, 71 (6): 996-1000.
- [8] Kaouk J H, Goel R K, Haber G P, et al. Robotic single-port transumbilical surgery in humans: initial report[J]. BJU Int, 2009, 103 (3): 366-369.
- [9] Escobar P F, Fader A N, Paraiso F M, et al. Robotic-assisted laparoscopic single-site surgery in gynecology: initial report and technique[J]. J Minim Invasive

- Gynecol, 2009, 16 (5): 589–591.
- [10] Matanes E, Lauterbach R, Boulus S, et al. Robotic laparoendoscopic single-site surgery in gynecology: a systematic review[J]. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 2018, 231(1): 1–7.
 - [11] Kaouk J, Garisto J, Bertolo R. Robotic urologic surgical interventions performed with the single port dedicated platform: first clinical investigation[J]. *Eur Urol*, 2019, 75 (4): 684–691.
 - [12] Autorino R, Kaouk J H, Stolzenburg J U, et al. Current status and future directions of robotic single-site surgery: a systematic review[J]. *Eur Urol*, 2013, 63 (2): 266–280.
 - [13] Alkatout I, Mettler L, Maass N, et al. Robotic surgery in gynecology[J]. *J Turk Ger Gynecol Assoc*, 2016, 17 (4): 224–232.
 - [14] Dobbs R W, Halgrimson W R, Madueke I, et al. Single-port robotic-assisted laparoscopic radical prostatectomy: initial experience and technique with the da Vinci R SP platform[J]. *BJU Int*, 2019, 124 (6): 1022–1027.
 - [15] Jayakumaran J, Wiercinski K, Buffington C, et al. Robotic laparoendoscopic single-site benign gynecologic surgery: a single-center experience[J]. *J Robot Surg*, 2018, 12 (3): 447–454.
 - [16] ZHANG Y Z, Kohn J R, Guan X M. Single-incision hysterectomy outcomes with and without robotic assistance[J]. *JSLS*, 2019, 23 (4): e2019.00046.
 - [17] Gomes MTV, Machado AMN, Podgaec S, et al. Initial experience with single-port robotic hysterectomy[J]. *Einstein*, 2017, 15 (4): 476–480.
 - [18] Paek J, Lee J D, Kong T W, et al. Robotic single-site versus laparoendoscopic single-site hysterectomy: a propensity score matching study[J]. *Surg Endosc*, 2016, 30 (3): 1043–1050.
 - [19] Gungor M, Korhan K, Dursun P, et al. Single-port hysterectomy: robotic versus laparoscopic[J]. *J Robotic Surg*, 2018, 12 (1): 87–92.
 - [20] Lopez S, Mulla Z D, Hernandez L, et al. A comparison of outcomes between robotic-assisted, single-site laparoscopy versus laparoendoscopic single site for benign hysterectomy[J]. *J Minim Invasive Gynecol*, 2016, 23 (1): 84–88.
 - [21] Akdemir A, Yildirim N, Zeybek B, et al. Single incision trans-umbilical total hysterectomy: robotic or laparoscopic[J]. *Gynecol Obstet Invest*, 2015, 80 (2): 93–98.
 - [22] Prodromidou A, Spartalis E, Tsourouflis G, et al. Robotic versus laparoendoscopic single-site hysterectomy: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Robot Surg*, 2020. DOI: 10.1007/s11701–020–01042–1
 - [23] Akdemir A, Zeybek B, Ozgurel B, et al. Learning curve analysis of intracorporeal cuff suturing during robotic single-site total hysterectomy[J]. *J Minim Invasive Gynecol*, 2015, 22 (3): 384–389.
 - [24] Iavazzo C, Minis E E, Gkegkes I D. Single-site port robotic-assisted hysterectomy: an update[J]. *J Robot Surg*, 2018, 12 (2): 201–213.
 - [25] Advincula A P, Song A, Burke W, et al. Preliminary experience with robot-assisted laparoscopic myomectomy[J]. *J Am Assoc Gynecol Laparos*, 2004, 11 (4): 511–518.
 - [26] Lewis E I, Srouji S S, Gargiulo A R. Robotic single-site myomectomy: initial report and technique[J]. *Fertil Steril*, 2015, 103 (5): 1370–1377.
 - [27] Choi E J, Rho A M, Lee S R, et al. Robotic single-site myomectomy: clinical analysis of 61 consecutive cases[J]. *J Minim Invasive Gynecol*, 2017, 24 (4): 632–639.
 - [28] Kim M, Kim M K, Kim M L, et al. Robotic single-site myomectomy: a single-center experience of 101 consecutive cases[J]. *Int J Med Robot*, 2019, 15 (1): e1959.
 - [29] Moawad G N, Tyan P, Paek J, et al. Comparison between single-site and multiport robot-assisted myomectomy[J]. *J Robot Surg*, 2019, 13 (6): 757–764.
 - [30] Won S, Lee N, Kim M, et al. Robotic single-site myomectomy: a hybrid technique reducing operative time and blood loss[J]. *Int J Med Robot*, 2020, 16 (1): e2061.
 - [31] Nezhat C H, Nezhat F, Nezhat C. Laparoscopic sacral colpopexy for vaginal vault prolapse[J]. *Obstet Gynecol*, 1994, 84 (5): 885–888.
 - [32] Giannini A, Russo E, Malacarne E, et al. Role of robotic surgery on pelvic floor reconstruction[J]. *Minerva*

- Gynecol, 2019, 71 (1): 4–17.
- [33] Lee S R. Robotic single-site sacrocolpopexy: first report and technique using the single-site wristed needle driver[J]. Yonsei Med J, 2016, 57 (4): 1029–1033.
- [34] Matanes E, Boulus S, Lauterbach R, et al. Robotic laparoendoscopic single-site compared with robotic multi-port sacrocolpopexy for apical compartment prolapse[J]. Am J Obstet Gynecol, 2019. DOI: 10.1016/j.ajog.2019.09.048
- [35] Giannini A, Russo E, Mannella P, et al. Single site robotic-assisted apical lateral suspension (SS R-ALS) for advanced pelvic organ prolapse: first case reported[J]. J Robot Surg, 2017, 11 (2): 259–262.
- [36] Ganesan V, Goueli R, Rodriguez D, et al. Single-port robotic-assisted laparoscopic sacrocolpopexy with magnetic retraction: first experience using the SP da Vinci platform[J]. J Robot Surg, 2020. DOI: 10.1007/s11701-020-01050-1
- [37] Fader A N, Escobar P F. Laparoendoscopic single-site surgery (LESS) in gynecologic oncology: technique and initial report[J]. Gynecol Oncol, 2009, 114 (2): 157–161.
- [38] Yoo H N, Kim T J, Lee Y Y, et al. Single-site robotic surgery in gynecologic cancer: a pilot study[J]. J Gynecol Oncol, 2015, 26 (1): 62–67.
- [39] Buckley de Meritens A, Kim J, Dinkelspiel H, et al. Feasibility and learning curve of robotic laparoendoscopic single site surgery in gynecology[J]. Minim Invasive Gynecol, 2017, 24 (2): 323–328.
- [40] Corrado G, Cuttillo G, Mancini E, et al. Robotic single site versus robotic multiport hysterectomy in early endometrial cancer: a case control study[J]. J Gynecol Oncol, 2016, 27 (4): e39.
- [41] Moukarzel L A, Sinno A K, Fader A N, et al. Comparing single-site and multiport robotic hysterectomy with sentinel lymph node mapping for endometrial cancer: surgical outcomes and cost analysis[J]. J Minim Invasive Gynecol, 2017, 24 (6): 977–983.
- [42] Corrado G, Mereu L, Bogliolo S, et al. Comparison between single-site and multiport robot-assisted hysterectomy in obese patient with endometrial cancer: an Italian multi-institution study[J]. Int J Med Robot, 2019. DOI: 10.1002/rcs.2066
- [43] Fagotti A, Corrado G, Fanfani F, et al. Robotic single-site hysterectomy (RSS-H) vs. laparoendoscopic single-site hysterectomy (LESS-H) in early endometrial cancer: a double-institution case-control study[J]. Gynecol Oncol, 2013, 130 (1): 219–223.
- [44] Vizza E, Chiofalo B, Cuttillo G, et al. Robotic single site radical hysterectomy plus pelvic lymphadenectomy in gynecological cancer[J]. J Gynecol Oncol, 2018, 29 (1): e2.
- [45] Morelli L, Guadagni S, Franco G D, et al. Da Vinci single site surgical platform in clinical practice: a systematic review[J]. Int J Med Robot, 2016, 12 (4): 724–734.
- [46] Matthews C A. New developments in robotics and single-site gynecologic surgery[J]. Clin Obstet Gynecol, 2017, 60 (2): 296–311.
- [47] Gonzalez A M, Rabaza J R, Donkor C, et al. Single-incision cholecystectomy: a comparative study of standard laparoscopic, robotic and SPIDER platform[J]. Surg Endosc, 2013, 27 (12): 4524–4531.

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎指导