

人工智能辅助悬吊式无气腹单孔腹腔镜在妇科手术中的应用价值

党建红, 孙昊, 隋晓馨, 楚靖, 高京海, 金志军, 刘晓军

(海军军医大学第二附属医院妇产科 上海 200003)

摘要 **目的:** 探讨人工智能辅助下悬吊式无气腹单孔腹腔镜在妇科手术中的临床应用价值。**方法:** 回顾性分析海军军医大学第二附属医院 2021 年 10 月—2022 年 10 月诊治的 60 例妇科良性肿瘤患者的临床资料, 按手术方式不同分为人工智能辅助悬吊式无气腹单孔腹腔镜组 (A 组) 与人工智能辅助气腹单孔腹腔镜组 (B 组), 每组 30 例。对比两组麻醉前、手术开始不同时间点的血压、心率、呼吸峰压 (PIP)、呼气末 CO₂ 分压 (P_{et}CO₂) 的变化及两组患者的手术总时间、估计出血量、手术并发症、复苏时间、肠功能恢复时间、术后住院时间、切口满意度及切口疼痛评分等指标。**结果:** A 组患者手术开始后不同时间点的血压、心率、PIP、P_{et}CO₂ 与麻醉前相比, 差异无统计学意义 ($P>0.05$); 而 B 组患者的上述指标与麻醉前相比显著升高, 差异具有统计学意义 ($P<0.05$)。A 组患者的术中动脉血氧分压 (PaO₂)、动脉二氧化碳分压 (PaCO₂) 均明显优于 B 组, 差异具有统计学意义 ($P<0.05$)。两组患者的手术总时间、术中出血量、手术并发症及切口满意度方面相比, 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。A 组患者的术后复苏时间、肠功能恢复时间、术后住院时间及切口疼痛评分均优于 B 组患者, 差异具有统计学意义 ($P<0.05$)。**结论:** 人工智能辅助下悬吊式无气腹单孔腹腔镜技术是一种可行且安全的手术技术, 但其临床应用价值仍需进一步的前瞻性对照研究来验证。

关键词 人工智能; 腹腔镜手术; 悬吊式; 无气腹; 单孔腹腔镜

中图分类号 R608 R713 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2024) 03-0312-07

Application value of AI-assisted suspended gasless single-port laparoscopic surgery in gynecology

DANG Jianhong, SUN Hao, SUI Xiaoxin, CHU Jing, GAO Jinghai, JIN Zhijun, LIU Xiaojun

(Department of Obstetrics and Gynecology, the Second Affiliated Hospital of Naval Military Medical University, Shanghai 200003, China)

Abstract **Objective:** To explore the clinical application value of AI-assisted suspended gasless single-port laparoscopic surgery in gynecology. **Methods:** Clinical data of 60 patients who underwent gynecological surgery in our hospital from October

收稿日期: 2022-12-05 录用日期: 2023-10-10

Received Date: 2022-12-05 Accepted Date: 2023-10-10

基金项目: 海军军医大学第二附属医院院内医疗技术重点项目 (YLJS2021A-04)

Foundation Item: Medical Technology Key Project of the Second Affiliated Hospital of Naval Military Medical University (YLJS2021A-04)

通讯作者: 刘晓军, Email: liuxiaojun@smmu.cn

Corresponding Author: LIU Xiaojun, Email: liuxiaojun@smmu.cn

引用格式: 党建红, 孙昊, 隋晓馨, 等. 人工智能辅助悬吊式无气腹单孔腹腔镜在妇科手术中的应用价值 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2024, 5 (3): 312-318.

Citation: DANG J H, SUN H, SUI X X, et al. Application value of AI-assisted suspended gasless single-port laparoscopic surgery in gynecology[J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2024, 5(3): 312-318.

2021 to October 2022 were retrospectively analyzed and divided into the group A ($n=30$) and group B ($n=30$) according to different surgical methods. Patients in the group A received AI-assisted suspended gas less single-port laparoscopic surgery, while patients in the group B underwent CO₂ Pneumoperitoneum laparoscopic surgery. The blood pressure, heart rate, peak inspiratory pressure (PIP), partial pressure of end-tidal CO₂ ($P_{a\text{CO}_2}$), operative time, intraoperative blood loss, postoperative anesthesia recovery time, postoperative intestinal function recovery time, postoperative length of hospital stay, surgical complications, satisfaction degree of incision and score of incision pain of the two groups were compared. **Results:** There was no significant difference in blood pressure, heart rate, PIP and $P_{a\text{CO}_2}$ of patients in group A undergoing suspended gasless surgery before and after anesthesia ($P>0.05$). The blood pressure, heart rate, PIP and $P_{a\text{CO}_2}$ of patients in the group B at different time points of surgery were significantly higher than those before anesthesia ($P<0.05$). The partial pressure of arterial blood oxygen (PaO_2) and partial pressure of arterial carbon dioxide (PaCO_2) in the group A were significantly higher than those in the group B ($P<0.05$). There was no significant difference between the two groups in terms of operative time, intraoperative bleeding, postoperative complications, hospitalization expenses and incision satisfaction ($P>0.05$). The time of anabiosis after surgery, time of intestinal function recovery after surgery, postoperative hospitalization time and incision pain score of patients in the group A were less than those in the group B, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). **Conclusion:** AI-assisted suspended gasless single-port laparoscopic surgery is feasible and safe in gynecology, and is worthy of clinical application.

Key words Artificial Intelligence; Laparoscopic Surgery; Suspended; Gasless; Single-port

21 世纪是微创技术飞速发展的时代，腹腔镜微创手术以创伤小、出血少、术后疼痛少、恢复快等优势已成为主流的手术治疗方式^[1]。在过去的十年中，人工智能机器人领域的进步使单孔腹腔镜手术（Laparoendoscopic Single-site Surgery, LESS）和经自然腔道内镜手术（Nature Orifice Transluminal Endoscopic Surgery, NOTES）等微创手术取得了长足的进步。除了通过运动缩放和震颤控制提高操作的灵活性和精确度外，达芬奇机器人手术系统（Intuitive Surgical Inc., 美国）还可以通过“手腕”设备来增加机械臂的运动范围。近年来，机器人手术系统的发展使得腹腔镜手术可以通过微创途径进行更多的手术。本团队于 2018 年完成国内首例人工智能辅助单孔腹腔镜手术^[2]，近年来一直致力于人工智能辅助单孔腹腔镜治疗妇科恶性肿瘤。

随着微创技术的发展，悬吊式无气腹单孔腹腔镜手术在临床应用中取得了较好的效果。相较于传统的开放性手术和气腹腹腔镜手术，悬吊式无气腹单孔腹腔镜手术术后恢复快，避免了因 CO₂ 气腹造成的呼吸或循环问题^[3]，其直视下的操作可以避免盲目穿刺引起的脏器、血管损伤等潜在危险，拓宽了手术适应证。与传统多孔腹腔镜手术相比，单孔腹腔镜手术创伤

更小、更经济美观、患者接受度更高。大量资料和数据证明，腹壁悬吊式无气腹单孔腹腔镜使用方便、操作简单、学习曲线短，易于推广。

本研究主要将本团队开展的人工智能辅助下腹壁悬吊式无气腹单孔腹腔镜手术病例与 CO₂ 气腹单孔腹腔镜手术病例进行对比分析，拟研究其在妇科手术治疗中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 临床资料 回顾性分析海军军医大学第二附属医院 2021 年 10 月—2022 年 10 月收治的 60 例妇科良性手术患者的临床资料，其中包括单纯全子宫切除术患者 20 例，卵巢囊肿剥除术或附件切除手术患者 30 例，子宫肌瘤剔除手术患者 10 例。本研究经本院伦理委员会审批通过，并由同一组手术医生完成。根据术中是否行 CO₂ 气腹将 60 例患者分为 A、B 两组，其中 A 组为人工智能辅助悬吊式无气腹单孔腹腔镜组（ $n=30$ ），B 组为人工智能辅助气腹单孔腹腔镜组（ $n=30$ ）。两组患者平均年龄分别为（ 34.65 ± 7.47 ）岁和（ 33.83 ± 8.13 ）岁，体重指数（BMI）分别为（ 21.08 ± 2.25 ）kg/m²和（ 20.74 ± 3.07 ）kg/m²。两组手术患者的基本特征相比，差异无统计学意义（ $P>0.05$ ），见表 1。

表 1 两组患者的基本资料对比

Table 1 Comparison of clinical data between the two groups of patients

组别	年龄 (岁)	BMI (kg/m ²)	手术种类 (n)		
			卵巢手术	子宫切除术	子宫肌瘤剔除术
A 组	34.65 ± 7.47	21.08 ± 2.25	16	9	5
B 组	33.83 ± 8.13	20.74 ± 3.07	14	11	5
<i>t</i> 值	2.564	0.935		0.586	
<i>P</i> 值	0.069	0.276		0.965	

1.2 纳入及排除标准

1.2.1 纳入标准 术前结合个人病史、临床表现、妇科检查及超声检查等结果确诊为卵巢囊肿、子宫肌瘤、子宫腺肌病等，结合各种辅助检查初步考虑为良性，卵巢囊肿、子宫肌瘤及子宫腺肌病患者符合手术指征。患者心脏彩超及肺功能检查无异常，术前各项检查均排除明显手术及麻醉禁忌证。

1.2.2 排除标准 囊肿固定与周围粘连严重者；BMI>35 kg/m² 者；子宫内膜异位症Ⅲ~Ⅳ期患者；存在手术、麻醉禁忌证；凝血功能异常、伴有心肺疾病，经各科专家会诊评估后无法耐受手术、麻醉者；既往多次盆腹腔手术史者。

1.3 手术方法

1.3.1 术前准备 两组患者术前完善各项检查，经主刀医师及手术团队讨论、评估后确定手术方式。术前 19:00 口服复方聚乙二醇电解质散做好清洁肠道准备，并做好备皮、备血及脐孔清洁的准备工作。全子宫切除患者术前 1 d 还需采用碘尔康擦拭阴道进行消毒，术前 21:00 口服苯巴比妥钠片，手术当天 05:00 不保留灌肠，术前留置导尿管，常规手术开始前 30 min 使用抗生素预防。

1.3.2 手术设备和器械 悬吊式腹腔镜手术器械 (Mizuho Ikakogyo Co., Ltd., 日本)，达芬奇机器人手术系统 (Intuitive Surgical Inc., 美国)，电凝系统 (Erbe Elektromedizin GmbH, 德国)。

1.3.3 手术方法和步骤 所有手术均由同一组手术医生完成，均采用全身插管麻醉，术中取

改良的膀胱截石位，全子宫切除手术者及子宫肌瘤剔除者可经阴道置入举宫杯。A 组行人工智能辅助悬吊式免气腹单孔腹腔镜手术。两把艾利斯钳提起脐孔上下两侧皮肤，沿脐孔正中横行切开脐孔及周围皮肤长约 3.5 cm，逐层切开皮下组织、筋膜及腹膜，进入腹腔 (如图 1)。创面止血后置入一次性切口保护套，探查无异常后将腹腔外的硅胶密封圈卷曲至紧绷，连接 Lapiport 多通道穿刺器平台，接入达芬奇机器人机器臂。用钢针在切口保护器下约 3 cm 及 7 cm 处垂直于腹白线穿刺皮肤及脂肪层，应用钢针吊链挂于 L 型悬吊杆挂钩上，通过卷链长度调节腹壁至合适高度，形成手术空间 (如图 2)。进腹后探查盆腹腔粘连情况。手术后将标本放入标本袋中经脐部切口取出。术毕逐层关闭腹膜、筋膜、皮下及皮肤层，恢复脐孔解剖结构。B 组行人工智能辅助气腹单孔腹腔镜手术。脐孔切口及切口保护套置入方法同 A 组，连接 Lapiport 多通道穿刺器平台后形成 CO₂ 气腹，气腹压力维持在 12~14 mmHg，连接达芬奇机器人机器臂，探查盆腹腔后开始手术。术毕逐层关闭腹膜、筋膜、皮下及皮肤层，恢复脐孔解剖结构 (如图 3)。

1.4 观察指标

1.4.1 术中指标 麻醉前、手术开始后 10 min、60 min 的血压、心率、呼吸峰压 (PIP)、呼气末 CO₂ 分压 (P_{et}CO₂)；同时比较手术时间、术中出血量等。

1.4.2 术后指标 术后复苏时间、肠功能恢复

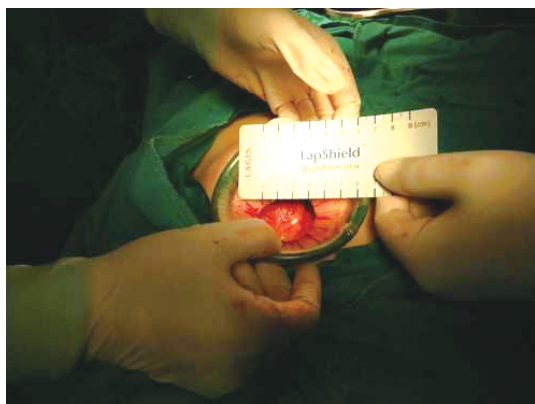


图1 建立单孔通道
Figure 1 Establishment of single-port channel

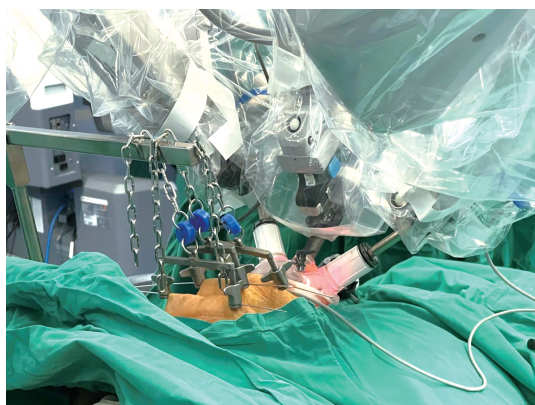


图2 人工智能辅助悬吊免气腹单孔腹腔镜手术
Figure 2 AI-assisted suspended gasless single-port laparoscopic surgery



图3 术后切口
Figure 3 Postoperative incision

时间、术后住院时间、手术并发症、切口美观满意度及切口疼痛评分。患者术后疼痛评估采用国际公认、通用的视觉模拟评分法（Visual Analogue Scale, VAS），范围1~10分，分值随疼痛程度的增加而增高；切口美观度在出院前

由患者打分，评分标准为1~5分，分别为非常不满意、不满意、一般、满意及非常满意。

1.5 统计学方法 所有数据均采用 SPSS 22.0 统计软件进行分析和处理，计量资料用均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示，两组之间比较采用 t 检验，计数资料采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法， $P < 0.05$ 差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 术中情况比较 两组患者麻醉前血压、心率、术中血氧饱和度、pH 值比较，差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。A 组悬吊免气腹患者手术开始 10 min 及 60 min 血压、心率、PIP、 P_aCO_2 与麻醉前比较，差异无统计学意义 ($P > 0.05$)，而 B 组患者上述指标与麻醉前相比显著升高，差异有显著统计学意义 ($P < 0.05$)。A 组悬吊免气腹患者术中 PaO_2 、 $PaCO_2$ 均明显优于 B 组气腹组患者，差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。两组患者的手术时间及术中出血量比较，差异无统计学意义 ($P > 0.05$)，见表 2~4。

2.2 术后情况比较 两组患者均顺利完成人工智能辅助单孔腹腔镜手术，未发生输尿管、膀胱或肠道相关的重大并发症。两组患者在术后手术并发症及切口满意度方面差异无统计学意义 ($P > 0.05$)，A 组患者术后麻醉复苏时间平均为 (6.10 ± 1.25) min，显著少于 B 组 (9.35 ± 2.67) min；A 组患者术后肠功能恢复时间平均为 (1.51 ± 0.35) d，而 B 组患者则需要 (2.67 ± 0.71) d，差异有统计学意义；A 组患者术后住院治疗时间及切口疼痛评分均比 B 组低，差异有显著的统计学意义 ($P < 0.05$)，见表 5。

3 讨论

目前人工智能辅助的单孔腹腔镜手术已广泛应用于妇科并发挥着重要作用，但是也存在一定的缺陷^[4]。传统腹腔镜手术中所用最多的是 CO_2 气体， CO_2 气体又容易被机体吸收，术中气

表 2 两组患者不同时间血压、心率的变化情况

Table 2 Changes of blood pressure and heart rate of the two groups of patients at different timepoints

组别	麻醉前			手术开始 10 min			手术开始 60 min		
	收缩压 (mmHg)	舒张压 (mmHg)	心率 (次 /min)	收缩压 (mmHg)	舒张压 (mmHg)	心率 (次 /min)	收缩压 (mmHg)	舒张压 (mmHg)	心率 (次 /min)
A 组	110.20 ± 12.21	65.52 ± 8.10	66.94 ± 5.35	112.03 ± 19.86 ^a	68.91 ± 9.56 ^a	70.51 ± 6.01 ^a	116.10 ± 7.01 ^a	70.42 ± 3.01 ^a	70.21 ± 6.98 ^a
B 组	108.54 ± 10.82	66.02 ± 9.86	71.25 ± 6.51	121.14 ± 12.33 ^b	75.39 ± 8.52 ^b	81.09 ± 4.89 ^b	126.41 ± 6.63 ^b	80.06 ± 4.36 ^b	83.65 ± 5.49 ^b
<i>t</i> 值	-0.586	-0.623	-0.495	11.32	10.02	8.25	12.96	9.84	9.79
<i>P</i> 值	0.461	0.294	0.416	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注：与本组麻醉前比较，^a*P*>0.05；与本组麻醉前比较，^b*P*<0.05

表 3 两组患者术中情况比较

Table 3 Comparison of intraoperative conditions between the two groups of patients

组别	手术时间 (min)	术中出血量 (ml)	术中 PaO ₂ (mmHg)	术中 PaCO ₂ (mmHg)
A 组	80.21 ± 3.25	60.31 ± 2.21	106.11 ± 3.12	40.36 ± 1.25
B 组	82.35 ± 2.55	55.23 ± 2.96	101.28 ± 4.08	49.53 ± 2.01
<i>t</i> 值	2.028	1.065	11.67	9.25
<i>P</i> 值	0.156	0.376	<0.001	<0.001

表 4 两组患者 PIP 和 P_{et}CO₂ 比较Table 4 Comparison of PIP and P_{et}CO₂ in the two groups of patients

组别	PIP(cmH ₂ O)			P _{et} CO ₂ (mmHg)		
	麻醉前	手术 10 min	手术 60 min	麻醉前	手术 10 min	手术 60 min
A 组	11.25 ± 0.32	12.03 ± 2.07 ^a	13.21 ± 1.52 ^a	31.82 ± 0.64	32.27 ± 2.39 ^a	33.10 ± 3.43 ^a
B 组	11.06 ± 0.45	17.52 ± 3.12 ^b	18.35 ± 1.39 ^b	31.58 ± 0.65	36.83 ± 3.42 ^b	37.71 ± 7.33 ^b
<i>t</i> 值	1.128	-3.329	-4.522	1.623	-2.637	-3.641
<i>P</i> 值	0.256	<0.001	<0.001	0.201	<0.001	<0.001

注：与本组麻醉前比较，^a*P*>0.05；与本组麻醉前比较，^b*P*<0.05

表 5 两组患者术后情况比较

Table 5 Comparison of postoperative conditions between the two groups of patients

组别	术后苏醒时间 (min)	肠功能恢复时间 (d)	术后住院时间 (d)	并发症 <i>n</i> (%)	术后 24h 疼痛 评分 (分)	切口满意度 评分 (分)
A 组	6.10 ± 1.25	1.51 ± 0.35	4.52 ± 1.19	3 (10.0)	2.03 ± 0.34	9.85 ± 3.57
B 组	9.35 ± 2.67	2.67 ± 0.71	6.79 ± 1.55	2 (6.7)	4.35 ± 0.75	8.99 ± 4.25
<i>t</i> 值	-3.102	-2.337	-1.592	7.353	-0.529	5.671
<i>P</i> 值	0.001	0.005	0.035	0.069	<0.001	0.091

腹形成后腹腔内压力的升高会促进 CO_2 气体被机体吸收从而形成高碳酸血症^[3]，这可能导致术中应激反应，甚至导致机体代谢发生变化； CO_2 气腹使腹内压升高并向上推动膈肌，通过降低功能残气量、潮气量和肺活量来影响肺功能，最终导致肺总量减少、肺顺应性降低和通气不足。 CO_2 气腹压力过高还可能造成皮下气肿、肩背部疼痛、气胸、纵隔气肿、空气栓塞甚至心肺功能障碍等一系列并发症，在 CO_2 气腹期间，腹内压会使每搏输出量和心排血量最高可降低 30%^[5-8]。此外， CO_2 气腹会增加全身血管阻力，而平均动脉压保持不变或增加^[9-11]。由 CO_2 气腹引起的腹内压升高和高碳酸血症被认为是导致术后恶心呕吐的原因之一^[8]。机体状况较差的老年人或伴有心肺功能不全的患者无法耐受 CO_2 气腹带来的一系列并发症，进而限制了传统气腹腹腔镜的使用；而且近年来有研究表明， CO_2 气腹压力过大或随着时间的延长可能导致肿瘤细胞的种植与转移^[4]。

悬吊式无气腹腹腔镜手术是在常规气腹腹腔镜的基础上通过物理机械悬吊前腹壁的方式取代 CO_2 气腹，以此提供外科手术空间，从而最大限度地保持了常规气腹腹腔镜的微创优势，降低了 CO_2 气腹所产生的各种风险，包括在建立气腹后盲目的穿刺所引起肝脏、血管系统受损等潜在风险，且避免了与 CO_2 气腹相关的不良反应与并发症。此外，悬吊式无气腹可以避免 CO_2 气腹对呼吸道、循环系统等产生的不良后果，同时避免了可能因 CO_2 气腹和压力导致的肿瘤细胞种植风险，为部分不适宜气腹腹腔镜手术或者有手术禁忌者开展微创手术提供了可能，比如呼吸 / 循环系统功能障碍患者或老年患者。随着微创技术的应用及发展，悬吊式无气腹腹腔镜手术在各类手术中取得了较好的临床应用效果，已成功用于阑尾切除术^[12]、胆囊切除术^[13-14] 和妇科手术^[15-19] 等。

一项 Meta 分析结果表明，悬吊式无气腹腹腔镜技术比传统 CO_2 气腹腹腔镜技术对患者的

心肺变化影响更小^[4]。2015 年的一项研究表明，悬吊式无气腹腹腔镜手术在良性卵巢囊肿的治疗中产生的疼痛评分明显低于传统的 CO_2 气腹腹腔镜手术，肩部疼痛发生率亦显著下降^[20]。此外，有研究报道称腹壁悬吊式无气腹腹腔镜手术也可以在腰硬联合麻醉下进行，而不一定需要全身麻醉^[6]，这意味着心肺储备功能下降的患者也可以进行腹腔镜手术。

本团队于 2018 年完成国内首例人工智能辅助单孔腹腔镜手术，近年来一直致力于人工智能辅助单孔腹腔镜治疗妇科良恶性肿瘤。在所开展的人工智能辅助悬吊无气腹单孔腹腔镜手术中，未发生重要的血管及脏器（如输尿管、肠管等）损伤，无中转开放手术或回缩部位腹壁损伤的病例。本研究中，两组患者的手术总时间、估计出血量和住院时间均无显著区别，但悬吊无气腹组患者术中的 PaO_2 、 PaCO_2 均显著高于气腹组患者，且悬吊无气腹组患者未见伤口感染、慢性疼痛和麻木等并发症。一项 Meta 分析表明，传统腹腔镜手术后恢复日常活动需要 3~5 d 的中位时间^[21]，而本研究显示恢复正常活动的中位时间为 2 d（1~6 d），这表明人工智能辅助悬吊式无气腹单孔腹腔镜手术是可行的。无气腹技术的优点是不会产生腹膜积气或气腹相关并发症。然而，与正压腹膜腔积气手术相比，腹壁悬吊技术获得的手术视野和操作空间有限。根据本团队的经验，在肠道上放置 1 或 2 个外科肠纱布垫，将带有肠纱布垫的肠道从盆腔移动到上腹部，最后将纱布弄湿，通过重力固定肠道的垫子，这是本团队探索的用于常规手术的简单而实用的手术技巧。

本研究结果表明，人工智能辅助下悬吊式无气腹单孔腹腔镜技术是一种安全且可行的微创手术新技术。在妇科良性疾病的外科治疗中，它是一种有效的微创通路，且该技术也可应用于心肺功能受损的高危患者，但该技术的临床应用价值仍需进一步的前瞻性对照研究来验证。

利益冲突声明: 本文不存在任何利益冲突。

作者贡献声明: ①党建红负责设计论文框架,起草论文;②刘晓军、党建红、孙昊、隋晓馨、楚靖、高京海、金志军均参与该项目具体操作及研究过程的实施;③孙昊负责数据收集,统计学分析及绘制图表;④党建红负责论文修改;⑤刘晓军、金志军负责拟定写作思路,指导撰写文章并最后定稿。

参考文献

- [1] 马洁, 齐美敬, 熊倬, 等. 腹腔镜与传统开腹手术治疗早期上皮性卵巢癌的临床效果比较[J]. 宁夏医科大学学报, 2020, 42(2): 183-186.
- [2] 刘晓军, 高京海, 刘洋, 等. 第三代 Da Vinci Si 手术机器人系统在妇科单孔腹腔镜手术中的初步应用[J]. 第二军医大学学报, 2021, 42(5): 573-576.
- [3] Kim K N, Lee D W, Kim J Y, et al. Carbon dioxide embolism during transoral robotic thyroidectomy: a case report[J]. Head Neck, 2018, 40(3): E25-E28.
- [4] Dal Moro F, Crestani A, Valotto C, et al. Anesthesiologic effects of transperitoneal versus extraperitoneal approach during robot-assisted radical prostatectomy: Results of a prospective randomized study[J]. Int Braz J Urol, 2015, 41(3): 466-472.
- [5] Thian Y L, Tan K H, Kwek J W, et al. Leiomyomatosis peritonealis disseminata and subcutaneous myoma-a rare complication of laparoscopic myomectomy[J]. Abdom Imaging, 2009, 34(2): 235-238.
- [6] Ikeda N, Ueno M, Kanamura T, et al. Simple technique for gasless transumbilical single-incisional laparoscopic-assisted appendectomy[J]. Langenbeck Arch Surg, 2014, 399(3): 359-366.
- [7] Gurusamy K S, Koti R, Davidson B R. Abdominal lift for laparoscopic cholecystectomy[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2013, (8): CD006574.
- [8] ZHANG G Y, LIU S Z, YU W B, et al. Gasless laparoendoscopic single-site surgery with abdominal wall lift in general surgery: initial experience[J]. Surg Endosc, 2011, 25(1): 298-304.
- [9] Yamada H, Ohki H, Fujimoto K, et al. Laparoscopic ovarian cystectomy with abdominal wall lift during pregnancy under combined spinal-epidural anesthesia[J]. Masui, 2004, 53(10): 1155-1158.
- [10] Sesti F, Melgrati L, Damiani A, et al. Isobaric (gasless) laparoscopic uterine myomectomy. An overview[J]. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol, 2006, 129(1): 9-14.
- [11] Ulker K, Huseyinoglu U, Kilic N. Management of benign ovarian cysts by a novel, gasless, single-incision laparoscopic technique: keyless abdominal rope-lifting surgery (KARS)[J]. Surg Endosc, 2013, 27(1): 189-198.
- [12] Ulker K, Huseyinoglu. Comparison of tubal sterilization procedures performed by keyless abdominal rope-lifting surgery and conventional CO₂ laparoscopy: a case controlled clinical study[J]. Scientific World Journal, 2013. DOI: 10.1155/2013/963615.
- [13] Makinen M T, Yli-Hankala A. The effect of laparoscopic cholecystectomy on respiratory compliance as determined by continuous spirometry[J]. J Clin Anesth, 1996, 8(2): 119-122.
- [14] Pelosi P, Foti G, Cereda M, et al. Effects of carbon dioxide insufflation for laparoscopic cholecystectomy on the respiratory system[J]. Anaesthesia, 1996, 51(8): 744-749.
- [15] Dorsay D A, Greene F L, Baysinger C L. Hemodynamic changes during laparoscopic cholecystectomy monitored with transesophageal echocardiography[J]. Surg Endosc, 1995, 9(2): 128-133.
- [16] McLaughlin J G, Scheeres D E, Dean R J, et al. The adverse hemodynamic effects of laparoscopic cholecystectomy[J]. Surg Endosc, 1995, 9(2): 121-124.
- [17] Westerband A, Van De Water J, Amzallag M, et al. Cardiovascular changes during laparoscopic cholecystectomy[J]. Surg Gynecol Obstet, 1992, 175(6): 535-538.
- [18] Koksoy C, Kuzu M A, Kurt I, et al. Haemodynamic effects of pneumoperitoneum during laparoscopic cholecystectomy: a prospective comparative study using bioimpedance cardiography[J]. Br J Surg, 1995, 82(7): 972-974.
- [19] Goll V, Akca O, Greif R, et al. Ondansetron is no more effective than supplemental intraoperative oxygen for prevention of postoperative nausea and vomiting[J]. Anesth Analg, 2001, 92(1): 112-117.
- [20] Son J S, OH J Y, Ko S. Effects of hypercapnia on postoperative nausea and vomiting after laparoscopic surgery: a double-blind randomized controlled study[J]. Surg Endosc, 2017, 31(11): 4576-4582.
- [21] Ulker K, Huseyinoglu U, Cicek M. Early postoperative pain after keyless abdominal rope-lifting surgery[J]. JSLS, 2015, 19(1): e2013.00392.

编辑: 刘静凯