DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20250432

·专题报道·

机器人辅助经阴道自然腔道腹腔镜全子宫切除术的临床优势：回顾性队列研究

赵嘉慧[1]，廖　渊[2]，黄桔园[2]，熊家强[2]，罗曼文[1]，张　蔚[2*]
1. 武汉大学第二临床学院，武汉 430071
2. 武汉大学中南医院妇产科，武汉 430071

［摘要］ **目的** 系统比较机器人辅助经阴道自然腔道腹腔镜全子宫切除术（R-vNOTES-TH）、经阴道自然腔道腹腔镜全子宫切除术（vNOTES-TH）及机器人辅助单孔腹腔镜经脐全子宫切除术（R-LESS-TH）的围手术期结局，明确R-vNOTES-TH的临床优势。**方法** 回顾性分析2020年1月至2024年12月武汉大学中南医院259例因良性疾病接受全子宫切除术患者的临床资料，收集所有患者的基线指标和围手术期指标。根据手术方式的不同，将患者分为R-vNOTES-TH组（22例）、vNOTES-TH组（39例）和R-LESS-TH组（198例），比较R-vNOTES-TH组与另外两组围手术期指标的差异，分析R-vNOTES-TH的优势。**结果** R-vNOTES-TH组与vNOTES-TH组相比，术中出血量更少［50（50，100）mL vs 100（50，100）mL，$P=0.027$］，术中补液量更低［1 000（500，1 000）mL vs 1 000（1 000，1 500）mL，$P<0.001$］，导尿管留置时间更短［3（1，4）d vs 5（2，5）d，$P=0.043$］，但阴道引流管留置时间更长［2（2，3）d vs 2（0，2）d，$P=0.004$］。R-vNOTES-TH组与R-LESS-TH组相比，导尿管留置时间更长［3（1，4）d vs 1（1，1）d，$P<0.001$］。**结论** 相较于vNOTES-TH，R-vNOTES-TH能够优化术中操作精度，减少出血，并加速导尿管拔除时间，证实机器人系统可有效突破传统vNOTES技术“瓶颈”；相较于R-LESS-TH，R-vNOTES-TH完全规避腹壁创伤的特性虽延长了导尿管留置时间，但为追求“无瘢痕”患者提供了更优选择。

［关键词］ 机器人辅助经阴道自然腔道腹腔镜全子宫切除术；经阴道自然腔道腹腔镜全子宫切除术；机器人辅助单孔腹腔镜经脐全子宫切除术；微创外科手术；子宫良性疾病

［引用本文］ 赵嘉慧，廖渊，黄桔园，等. 机器人辅助经阴道自然腔道腹腔镜全子宫切除术的临床优势：回顾性队列研究［J］. 海军军医大学学报，2025，46（11）：1407-1413. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20250432.

Clinical advantages of robot-assisted transvaginal natural orifice transluminal endoscopic surgery total hysterectomy: a retrospective cohort study

ZHAO Jiahui[1], LIAO Yuan[2], HUANG Jüyuan[2], XIONG Jiaqiang[2], LUO Manwen[1], ZHANG Wei[2*]
1. The Second Clinical College of Wuhan University, Wuhan 430071, Hubei, China
2. Department of Obstetrics and Gynecology, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, Hubei, China

［**Abstract**］ **Objective** To systematically compare the perioperative outcomes of robot-assisted transvaginal natural orifice transluminal endoscopic surgery total hysterectomy (R-vNOTES-TH), transvaginal natural orifice transluminal endoscopic surgery total hysterectomy (vNOTES-TH), and robot-assisted laparoendoscopic single-site total hysterectomy (R-LESS-TH), and to evaluate the clinical advantages of R-vNOTES-TH. **Methods** Clinical data of 259 patients undergoing total hysterectomy for benign diseases at Zhongnan Hospital of Wuhan University from Jan. 2020 to Dec. 2024 were retrospectively analyzed. Baseline indicators and perioperative indicators were collected. Patients were assigned to 3 groups according to the surgical approach: R-vNOTES-TH group ($n=22$), vNOTES-TH group ($n=39$), or R-LESS-TH group ($n=198$). Perioperative indicators were compared between the R-vNOTES-TH group and the other 2 groups to evaluate the

［收稿日期］ 2025-08-07　［接受日期］ 2025-10-14
［基金项目］ 国家自然科学基金面上项目（82472676），湖北省科技厅重大科技专项（2023BCA002），湖北省科技厅技术公关工程项目（2023BAA016），武汉大学实验技术项目（WHU-2023-SYJS-0007）. Supported by General Program of National Natural Science Foundation of China (82472676), Major Science and Technology Project of Department of Science and Technology of Hubei Province (2023BCA002), Technical Innovation Project of Department of Science and Technology of Hubei Province (2023BAA016), and Experimental Technology Project of Wuhan University (WHU-2023-SYJS-0007).
［作者简介］ 赵嘉慧，硕士生. E-mail: zhaojiahui1029@163.com
*通信作者（Corresponding author）. E-mail: zw6676@163.com

advantages of R-vNOTES-TH. **Results** Compared with the vNOTES-TH group, the R-vNOTES-TH group had significantly less intraoperative blood loss (50［50, 100］mL vs 100［50, 100］mL, $P=0.027$), lower intraoperative fluid infusion volume (1 000［500, 1 000］mL vs 1 000［1 000, 1 500］mL, $P<0.001$), and shorter urinary catheter indwelling time (3［1, 4］d vs 5［2, 5］d, $P=0.043$), but longer vaginal drain indwelling time (2［2, 3］d vs 2［0, 2］d, $P=0.004$). Compared with the R-LESS-TH group, the R-vNOTES-TH group had longer urinary catheter indwelling time (3［1, 4］d vs 1［1, 1］d, $P<0.001$). **Conclusion** Compared with vNOTES-TH, R-vNOTES-TH enhances intraoperative operational precision, reduces bleed loss, and accelerates urinary catheter removal, confirming that the robotic system effectively overcomes the technical limitations of conventional vNOTES. Although R-vNOTES-TH eliminates abdominal wall trauma—thereby prolonging urinary catheter indwelling time relative to R-LESS-TH—it offers patients a truly scar-free alternative.

［**Key words**］ robot-assisted transvaginal natural orifice transluminal endoscopic surgery total hysterectomy; transvaginal natural orifice transluminal endoscopic surgery total hysterectomy; robot-assisted laparoendoscopic single-site total hysterectomy; minimally invasive surgery; benign uterine diseases

［**Citation**］ ZHAO J, LIAO Y, HUANG J, et al. Clinical advantages of robot-assisted transvaginal natural orifice transluminal endoscopic surgery total hysterectomy: a retrospective cohort study[J]. Acad J Naval Med Univ, 2025, 46(11): 1407-1413. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20250432.

微创外科理念的深化与技术的革新是推动妇科手术发展的动力[1]。全子宫切除术作为妇科最常见的手术之一，其术式经历了从传统开腹手术到多孔腹腔镜手术，再到单孔腹腔镜手术乃至机器人辅助手术的显著跃迁。每一次技术迭代均旨在进一步减少手术创伤、加速术后康复、优化美容效果并提升患者整体满意度。单孔腹腔镜技术通过将传统腹部切口整合于单一微创切口，显著改善了手术美容效果[2]。经阴道自然腔道腹腔镜全子宫切除术（transvaginal natural orifice transluminal endoscopic surgery total hysterectomy，vNOTES-TH）完全规避了腹壁切口，手术器械与摄像系统均经阴道这一自然腔道置入进行操作[3]，最大化地消除了腹壁切口相关并发症（如感染、疝气、慢性疼痛、不良瘢痕）的风险，可加速肠道功能恢复及整体康复进程，实现了真正的“体表无痕”[4-5]。然而，其器械在单一入口处的交叉干扰（“筷子效应”）、器械活动自由度受限、术者操作负荷增加及手术视野显示稳定性欠佳等因素均可能影响手术的流畅性、精准度及安全性[6-7]。

机器人手术系统的引入为克服传统单孔腹腔镜的固有局限带来了革命性突破[8]。其核心技术优势在于提供了高度放大的3D高清立体术野、符合人体工程学的操作平台、过滤生理震颤的功能以及拥有高自由度的仿真腕器械[9]。这些特性极大地提升了术者在狭小空间内操作的灵活性、精准度和稳定性[10]。机器人辅助单孔腹腔镜经脐全子宫切除术（robot-assisted laparoendoscopic single-site total hysterectomy，R-LESS-TH）将机器人技术的精准优势与单孔技术的微创美容效果相结合，通过脐部单一小切口完成手术，已有多项研究证实，相较于传统多孔及传统单孔腹腔镜，R-LESS-TH能够进一步减少术中出血、降低术后疼痛、缩短住院时间并加速术后康复[11-12]。然而，R-LESS-TH本质上仍属于经腹部入路，理论上存在与腹壁切口相关的并发症发生风险。机器人辅助经阴道自然腔道腹腔镜全子宫切除术（robot-assisted transvaginal natural orifice transluminal endoscopic surgery total hysterectomy，R-vNOTES-TH）克服了腹部切口的限制，通过自然腔道入路实现了无痕化手术，同时规避了腹部切口并发症的风险。其高自由度器械和稳定视野为在狭小且弯曲的阴道空间内进行精准而安全的解剖、缝合等复杂操作提供了不可或缺的技术保障，解决了传统经阴道手术在技术上的主要“瓶颈”[13]。随着手术技巧的成熟，R-vNOTES-TH的可行性与安全性已得到初步临床验证，但其相较于成熟术式（如vNOTES-TH和R-LESS-TH）的确切临床效益，尤其是在围手术期关键指标上的系统性比较，尚缺乏基于临床数据的充分论证。

鉴于R-vNOTES-TH、vNOTES-TH及R-LESS-TH这3种代表了当前不同微创理念与不同技术平台的先进术式并存于临床实践，本研究基于武汉大学中南医院2020年1月至2024年12月的回顾性临床数据，系统性比较了接受这3种术式的患者在

基线指标和围手术期指标方面的差异，旨在客观评估R-vNOTES-TH的围手术期安全性及有效性，精准定位R-vNOTES-TH的独特优势，为妇科微创手术领域提供循证学依据。

1　资料和方法

1.1　研究对象　回顾性纳入2020年1月至2024年12月于武汉大学中南医院接受R-vNOTES-TH或vNOTES-TH或R-LESS-TH手术的患者。纳入标准：（1）年龄≥18岁。（2）依据临床诊断需进行全子宫切除术，且手术方式为R-vNOTES-TH、vNOTES-TH及R-LESS-TH中的一种。（3）医院信息系统中可获取研究所需的围手术期指标数据。排除标准：（1）合并妇科恶性肿瘤需行广泛性子宫切除术或淋巴结清扫术者。（2）中转开腹或术式改变者。（3）合并严重心、肺等重要脏器功能障碍，不宜手术者。（4）同期行附件切除术以外的重大盆腹腔手术（如肠切除吻合术、大范围粘连松解术）者。本研究为回顾性队列研究，严格遵循《赫尔辛基宣言》原则，所有患者的身份信息均经处理以确保隐私安全；研究获得武汉大学中南医院医学伦理审查委员会批准（2025062K）。

1.2　手术方法

1.2.1　术前管理　所有患者术前均接受标准化评估，包括详细病史采集、体格检查、妇科超声检查等。明确手术指征，排除手术禁忌证。术前1 d进行备皮、肠道准备，术前8 h禁食、2 h禁饮。所有手术均由具有手术机器人及单孔腹腔镜手术资质认证的同一妇科专家（主任医师）主刀完成。使用第4代达芬奇手术机器人Xi系统（美国Intuitive Surgical公司）及单孔腹腔镜入路平台（Port，杭州康基医疗器械有限公司）。

1.2.2　手术方式　（1）R-vNOTES-TH：患者取截石位，依次进行消毒铺巾、全身麻醉。导尿后，使用阴道拉钩暴露阴道，在宫颈直肠间隙注射水垫，打开直肠子宫陷凹。沿宫颈切开宫颈膀胱间隙，暴露膀胱宫颈韧带，上推膀胱。分离阴道侧壁，暴露、切断并缝扎一侧子宫骶韧带及主韧带，缝扎该侧子宫动脉；同法处理对侧。打开膀胱反折腹膜，进入腹腔。经阴道安装机器人单孔腹腔镜Port，探查子宫及双侧附件情况，沿一侧宫旁依次电凝并切断左侧阔韧带、圆韧带、骨盆漏斗韧带（依据附件是否保留，处理输卵管或卵巢）。离断子宫（及附件）后自阴道取出，剖视子宫，标本固定后送病理检查。视术中情况决定是否放置阴道引流管。缝合阴道残端，后进行阴道前后壁修补。术毕取出Port，检查阴道残端有无活动性出血。

（2）vNOTES-TH：经阴道自然腔道安装单孔腹腔镜Port，进行手术操作，标本处理、取出和切口闭合的步骤同R-vNOTES-TH。

（3）R-LESS-TH：患者取截石位/仰卧位，依次进行消毒铺巾、全身麻醉。沿脐部做一长约3 cm纵行切口，逐层进入腹腔。安装机器人单孔腹腔镜Port，建立二氧化碳气腹，维持压力12～14 mmHg（1 mmHg＝0.133 kPa），通过单孔通道部署机器人臂。依次切断双侧子宫圆韧带（依据附件是否保留，处理输卵管或卵巢）。打开双侧子宫阔韧带前叶至子宫膀胱反折腹膜，打开双侧子宫阔韧带后叶至宫骶韧带处。下推膀胱，剪开子宫膀胱反折腹膜，缩减宫旁组织，电凝并切断双侧子宫动静脉，离断双侧骶韧带、主韧带，环形切开阴道穹窿。经阴道或经脐切口取出子宫（及附件），剖视子宫，标本固定后送病理检查。缝合阴道残端。术毕确切止血，视术中情况决定是否放置腹腔引流管，排尽腹腔内气体，取出Port，逐层缝合脐部切口。

1.2.3　围手术期管理　（1）术中液体补充：根据患者术中的生理需要量，包括代谢率、体表面积和特殊情况下的生理需求（疾病状态、手术性质和患者特异性等因素）变化，进行个体化调整，以优化组织灌注。（2）术后镇痛：采用双氯芬酸钠肛塞控制疼痛。（3）术后通气检测：每天定期记录通气情况。（4）饮食管理：术后6 h开始少量饮水，排气后进流质饮食，逐渐过渡至普食。（5）实验室指标监测：术后第1天和第3天进行全血细胞计数分析。（6）导尿管管理：当尿量超过0.5 mL·kg^{-1}·h^{-1}且尿液清澈、患者清醒可自主排尿时移除导尿管。（7）引流管管理：若放置阴道/腹腔引流管，术后连续2 d 24 h引流量＜50 mL且性状清亮时移除。（8）出院标准：生命体征平稳后，根据患者恢复情况制定个性化的出院计划。

1.3　资料收集　通过医院信息系统收集以下数据：基线指标，包括年龄、BMI、平均子宫直径、既往盆腹腔手术次数；围手术期指标，包括手术持续时间、术中出血及补液量、术中输血情况、术后

24 h疼痛视觉模拟量表（visual analogue scale，VAS）评分、术后通气时间、术中脏器损伤、术后并发症，以及住院时长、术后导尿管与阴道/腹腔引流管留置时间、术后第1天及第3天血红蛋白（hemoglobin，Hb）降低量、术后第1天白细胞（white blood cell，WBC）升高量、术后ICU转入等术后恢复和实验室检查数据。数据由2名经过培训的研究人员独立录入，并进行交叉核对。

1.4　统计学处理　应用SPSS 27.0软件分析数据。连续性数据分析：若两组数据均满足正态分布，数据以$\bar{x}\pm s$表示，组间比较采用独立样本t检验（若方差齐，采用假定等方差的t检验；若方差不齐，则采用不假定等方差的t检验），否则以M（Q_1，Q_3）表示，组间比较采用非参数检验。分类变量分析：数据以例数和百分数表示，组间比较根据适用条件采用χ^2检验、校正χ^2检验或Fisher确切概率法。检验水准（α）为0.05。

2　结　果

2.1　各组患者病理诊断结果　本研究共纳入259例患者，根据手术方式的不同将患者分为R-vNOTES-TH组（22例）、vNOTES-TH组（39例）和R-LESS-TH组（198例），3组患者病理诊断分布情况见表1。R-vNOTES-TH组以子宫平滑肌瘤（9例，40.9%）和宫颈高级别鳞状上皮内病变（6例，27.3%）为主，子宫脱垂比例为4.5%（1例）。vNOTES-TH组以子宫平滑肌瘤（21例，53.8%）为主，子宫脱垂比例（9例，23.1%）明显高于其他两组。R-LESS-TH组以子宫平滑肌瘤（100例，50.5%）为主，其次为宫颈高级别鳞状上皮内病变（45例，22.7%）及子宫腺肌症（28例，14.1%）。

表1　R-vNOTES-TH、vNOTES-TH和R-LESS-TH组患者病理诊断结果

Tab 1　Pathological diagnosis results of patients in R-vNOTES-TH, vNOTES-TH and R-LESS-TH groups

n (%)

Pathology	R-vNOTES-TH N=22	vNOTES-TH N=39	R-LESS-TH N=198
Uterine leiomyoma	9 (40.9)	21 (53.8)	100 (50.5)
Uterine adenomyoma	0	0	16 (8.1)
Uterine adenomatous tumor	2 (9.1)	5 (12.8)	28 (14.1)
Endometrial dysplasia	0	0	4 (2.0)
Uterine prolapse	1 (4.5)	9 (23.1)	0
High-grade squamous intraepithelial lesion	6 (27.3)	2 (5.1)	45 (22.7)
Others	4 (18.2)	2 (5.1)	5 (2.5)

R-vNOTES-TH: Robot-assisted transvaginal natural orifice transluminal endoscopic surgery total hysterectomy; vNOTES-TH: Transvaginal natural orifice transluminal endoscopic surgery total hysterectomy; R-LESS-TH: Robot-assisted laparoendoscopic single-site total hysterectomy.

2.2　R-vNOTES-TH组和vNOTES-TH组患者各指标比较　基线指标中，R-vNOTES-TH组患者的年龄低于vNOTES-TH组（Z=−2.007，P=0.045），两组的BMI、平均子宫直径及既往盆腹腔手术次数差异无统计学意义（均P>0.05）。围手术期指标中，与vNOTES-TH组相比，R-vNOTES-TH组术中出血量更少（Z=−2.209，P=0.027），术中补液量更低（Z=−3.598，P<0.001），导尿管留置时间更短（Z=−2.022，P=0.043），但阴道引流管留置时间更长（Z=−2.853，P=0.004）。两组的手术持续时间、术后24 h VAS评分、术后通气时间、术中输血率、住院时长、术后第1天和第3天Hb降低量以及术后第1天WBC升高值差异无统计学意义（均P>0.05），两组均无术后转入ICU的患者，均未发生术中脏器损伤和术后并发症。见表2。

2.3　R-vNOTES-TH组和R-LESS-TH组患者各指标比较　与R-LESS-TH组相比，R-vNOTES-TH组患者的基线指标差异均无统计学意义（均P>0.05）；除R-vNOTES-TH组导尿管留置时间长于R-LESS-TH组（Z=−5.387，P<0.001）外，其他围手术期指标在两组间的差异均无统计学意义（均P>0.05）。见表3。

表2　R-vNOTES-TH和vNOTES-TH组患者各指标比较

Tab 2　Comparison of indicators between R-vNOTES-TH and vNOTES-TH groups

Indicator	R-vNOTES-TH N=22	vNOTES-TH N=39	Statistic	P value
Baseline characteristic				
Age/year, M (Q_1, Q_3)	52.00 (49.00, 56.25)	56.00 (51.00, 66.00)	Z=−2.007	0.045
BMI/(kg•m^{-2}), $\bar{x}\pm s$	24.81±4.12	23.32±3.31	t=1.446	0.157
Mean diameter of uterine/cm, M (Q_1, Q_3)	6.25 (4.38, 8.00)	5.80 (4.80, 7.80)	Z=−0.211	0.833
Number of previous pelvic/abdominal surgeries, M (Q_1, Q_3)	0 (0, 1)	0 (0, 1)	Z=−0.639	0.523
Perioperative index				
Duration of surgery/min, M (Q_1, Q_3)	225.0 (195.0, 272.5)	250.0 (200.0, 280.0)	Z=−0.872	0.383
Intraoperative blood loss/mL, M (Q_1, Q_3)	50 (50, 100)	100 (50, 100)	Z=−2.209	0.027
Intraoperative fluid infusion volume/mL, M (Q_1, Q_3)	1 000 (500, 1 000)	1 000 (1 000, 1 500)	Z=−3.598	<0.001
VAS score at 24 h postoperatively, M (Q_1, Q_3)	1 (1, 1)	1 (1, 1)	Z=−0.045	0.964
Time to return to ventilation/d, M (Q_1, Q_3)	2 (2, 2)	2 (2, 2)	Z=−1.919	0.055
Blood transfusion, n (%)	1 (4.5)	1 (2.6)	χ^2=0.000	>0.999
Intraoperative organ injury and postoperative complication, n (%)	0	0		
Length of hospital stay/d, M (Q_1, Q_3)	7.00 (6.00, 8.25)	8.00 (7.00, 9.00)	Z=−1.195	0.232
Urinary catheter indwelling time/d, M (Q_1, Q_3)	3 (1, 4)	5 (2, 5)	Z=−2.022	0.043
Vaginal drain indwelling time/d, M (Q_1, Q_3)	2 (2, 3)	2 (0, 2)	Z=−2.853	0.004
Preoperative-postoperative 1-d Hb difference/(g•L^{-1}), $\bar{x}\pm s$	17.50±10.36	20.93±10.53	t=−1.193	0.239
Preoperative-postoperative 3-d Hb difference/(g•L^{-1}), $\bar{x}\pm s$	18.22±11.43	23.05±11.10	t=−1.423	0.163
Preoperative-postoperative 1-d WBC difference/(L^{-1}, ×10^9), $\bar{x}\pm s$	3.06±2.10	3.78±2.38	t=−1.222	0.228
ICU transfer, n (%)	0	0		

R-vNOTES-TH: Robot-assisted transvaginal natural orifice transluminal endoscopic surgery total hysterectomy; vNOTES-TH: Transvaginal natural orifice transluminal endoscopic surgery total hysterectomy; BMI: Body mass index; VAS: Visual analogue scale; Hb: Hemoglobin; WBC: White blood cell; ICU: Intensive care unit.

表3　R-vNOTES-TH和R-LESS-TH组患者各指标比较

Tab 3　Comparison of indicators between R-vNOTES-TH and R-LESS-TH groups

Indicator	R-vNOTES-TH N=22	R-LESS-TH N=198	Statistic	P value
Baseline characteristic				
Age/year, M (Q_1, Q_3)	52.00 (49.00, 56.25)	50.00 (49.00, 56.25)	Z=−1.132	0.258
BMI/(kg•m^{-2}), M (Q_1, Q_3)	24.70 (21.83, 27.17)	23.05 (21.45, 25.28)	Z=−1.294	0.196
Mean diameter of uterine/cm, M (Q_1, Q_3)	6.25 (4.38, 8.00)	7.00 (5.00, 9.00)	Z=−1.642	0.101
Number of previous pelvic/abdominal surgeries, M (Q_1, Q_3)	0 (0, 1)	0 (0, 1)	Z=−0.503	0.615
Perioperative index				
Duration of surgery/min, M (Q_1, Q_3)	225.0 (195.0, 272.5)	235.0 (200.0, 285.0)	Z=−0.590	0.555
Intraoperative blood loss/mL, M (Q_1, Q_3)	50 (50, 100)	500 (50, 100)	Z=−0.010	0.992
Intraoperative fluid infusion volume/mL, M (Q_1, Q_3)	1 000 (500, 1 000)	1 000 (625, 1 000)	Z=−1.168	0.243
VAS score at 24 h postoperatively, M (Q_1, Q_3)	1 (1, 1)	1 (1, 1)	Z=−0.440	0.965
Time to return to ventilation/d, M (Q_1, Q_3)	2 (2, 2)	2 (2, 2)	Z=−0.539	0.590
Blood transfusion, n (%)	1 (4.5)	8 (4.0)	χ^2=0.000	>0.999
Intraoperative organ injury and postoperative complication, n (%)	0	0		
Length of hospital stay/d, M (Q_1, Q_3)	7.00 (6.00, 8.25)	7.00 (6.00, 8.00)	Z=−0.349	0.727
Urinary catheter indwelling time/d, M (Q_1, Q_3)	3 (1, 4)	1 (1, 1)	Z=−5.387	<0.001
Vaginal/abdominal drain indwelling time/d, M (Q_1, Q_3)	2 (2, 3)	2 (2, 3)	Z=−0.763	0.446
Preoperative-postoperative 1-d Hb difference/(g•L-1), $\bar{x}\pm s$	17.00 (11.20, 26.60)	17.00 (11.65, 23.00)	Z=−0.077	0.939
Preoperative-postoperative 3-d Hb difference/(g•L^{-1}), $\bar{x}\pm s$	18.22±11.43	17.83±9.12	t=−0.166	0.868
Preoperative-postoperative 1-d WBC difference/(L^{-1}, ×10^9), $\bar{x}\pm s$	3.49 (0.97, 4.59)	3.60 (2.40, 5.48)	Z=−1.398	0.162
ICU transfer, n (%)	0	1 (0.5)	Fisher exact test	>0.999

R-vNOTES-TH: Robot-assisted transvaginal natural orifice transluminal endoscopic surgery total hysterectomy; R-LESS-TH: Robot-assisted laparoendoscopic single-site total hysterectomy; BMI: Body mass index; VAS: Visual analogue scale; Hb: Hemoglobin; WBC: White blood cell; ICU: Intensive care unit.

3 讨 论

本研究系统比较了接受R-vNOTES-TH、vNOTES-TH及R-LESS-TH患者的围手术期结局，结果显示R-vNOTES-TH在关键技术指标上展现出相对传统vNOTES-TH的显著优势，但与同平台的R-LESS-TH相比，仅在导尿管留置时间上存在差异。

本研究证实R-vNOTES-TH相较于vNOTES-TH具有明确优势。机器人辅助系统术中精准性提升，与vNOTES-TH相比，R-vNOTES-TH组术中出血量减少（P=0.027）、术中补液量更低（P<0.001）。这一优势主要基于第4代达芬奇手术机器人Xi系统的核心技术特性：3D高清放大视野提供了更清晰的血管解剖层次辨识度；仿生腕的自由度器械在狭小阴道空间内实现了精准血管（如子宫动脉）分离缝扎和组织分离；符合人体力学的操控台以及系统震颤过滤功能确保了在深部操作（如子宫相关韧带处理）的稳定性[14-15]，减少了误损伤。传统vNOTES-TH受限于直线器械的“筷子效应”及二维视野[16]，在复杂解剖区域的操作精度与安全性面临挑战。本研究中，R-vNOTES-TH组导尿管留置时间与vNOTES-TH组相比缩短（P=0.043），提示在术式相同的情况下，机器人辅助操作可加速术后膀胱功能的恢复。究其原因，机器人系统对盆腔自主神经丛（尤其膀胱神经支配）的精细保护能力优于传统腹腔镜，能够进行更精准的阴道残端分离及稳定的连续缝合，减少对膀胱三角区的牵拉刺激；术中精准能量器械控制也减少了该区域热损伤扩散。

然而，R-vNOTES-TH组阴道引流管留置时间比vNOTES-TH组更长（P=0.004）。R-vNOTES-TH作为经自然腔道手术，其操作通道（阴道）的闭合性低，术后渗出液更易积聚于子宫直肠陷凹，可导致术后引流管放置时间潜在延长。且术者为保障机器人辅助新技术适用的安全性，可能更倾向于放置阴道引流管监测出血或术后渗出情况。反观，R-vNOTES-TH组与vNOTES-TH组住院时间及术后第1天WBC升高值差异均无统计学意义，表明引流时间延长并未增加住院时间和术后感染的风险，提示该差异未造成实质性临床负担，但仍需在更大样本中验证其与盆腔感染的相关性。

本研究结果显示，均使用机器人辅助手术的R-vNOTES-TH组和R-LESS-TH组在绝大多数指标（手术时间、术中出血量、术中补液量）上差异无统计学意义，印证了机器人平台本身的技术稳定性。两组的差异仅体现在术后导尿管留置时间上，R-vNOTES-TH组导尿管留置时间长于R-LESS-TH组（P<0.001）。这一现象与“自然腔道手术能加速康复”的预期相悖，其潜在原因在于解剖入路的特殊性。经阴道操作对膀胱颈及尿道括约肌的机械牵拉强度可能高于经脐入路，其能抑制副交感神经传导，导致暂时性膀胱张力减弱。同时，阴道作为内脏敏感区，手术刺激可能引发更强的膀胱抑制性神经反射。经阴道手术对盆底结构更加精细和广泛的分离也增加了潜在的导尿管留置时间。R-vNOTES-TH对比R-LESS-TH的核心优势在于完全规避了腹壁切口，避免了腹壁神经损伤导致的持续性疼痛，且降低了切口疝、慢性疼痛风险，并实现“无瘢痕”美容效果[17-18]，显著提升了年轻患者生活质量。未来研究需量化这些长期获益以全面评估其价值，同时可开发细径机器人器械，以减少阴道牵拉。

本研究的基线指标对比中，vNOTES-TH组子宫脱垂比例（23.1%，9/39）高于R-vNOTES-TH组（4.5%，1/22）及R-LESS-TH组（0），这一差异增加了选择偏倚。为实现顶端支持结构重建，子宫脱垂手术常需进行更广泛的阴道旁组织分离和膀胱剥离[19]，其手术创伤模式与因其他良性疾病（如子宫肌瘤、腺肌症）行子宫切除术有本质不同。这种差异理论上会直接导致术后渗出增多、膀胱水肿加重，从而延长阴道引流管留置时间和导尿管留置时间。在未来研究中，需通过前瞻性设计严格匹配手术指征、增大样本量后对子宫脱垂患者进行单独亚组分析。此外，R-vNOTES-TH组患者较vNOTES-TH组更年轻（P=0.045），可能反映了术者对新技术在盆底功能良好患者中应用的倾向性，未来需设计前瞻性研究以消除选择偏倚。同时，由于R-vNOTES-TH是一项前沿新技术，其临床应用病例尚在积累初期，R-vNOTES-TH组样本量较小。作为一项回顾性真实世界研究，本研究未进行事前样本量估算，可能导致统计效力不足，增加Ⅱ类错误的风险。未来仍需更大规模、多中心的前瞻性研究，或通过延长病例收集期积累更多R-vNOTES-TH病例后进行再分析。

综上所述，本研究证实R-vNOTES-TH在术中精准性（减少出血、降低补液需求）和术后膀胱功能恢复方面优于vNOTES-TH，体现了机器人手术系统在克服自然腔道手术技术“瓶颈”中的关键价值。相较于同平台的R-LESS-TH，R-vNOTES-TH虽在导尿管管理上存在差异，但其完全规避腹壁创伤的独特优势，代表了微创妇科向“无瘢痕手术”演进的重要方向。因此，对于追求极致微创、无瘢痕且无严重盆腔粘连的患者，R-vNOTES-TH是理想选择，其尤其适用于年轻、关注美容效果的群体。未来需扩大样本量、开展多中心的前瞻性随机对照研究，明确R-vNOTES-TH“无瘢痕”优势是否伴随相应的长期功能学获益，从而为术式选择提供循证医学证据。

［参 考 文 献］

［1］ 夏文珊，李雷，王慧. 妇科肿瘤微创治疗研究现状［J］. 临床军医杂志，2025，53（1）：92-94，98. DOI: 10.16680/j.1671-3826.2025.01.22.

［2］ 解军玉，姚红梅. 单孔腹腔镜在妇科疾病中的应用［J］. 济宁医学院学报，2023，46（3）：211-215. DOI: 10.3969/j.issn.1000-9760.2023.03.013.

［3］ 王燕君，何丽，张陵，等. 妇科无气腹经阴道内镜手术的应用现状［J］. 中国计划生育和妇产科，2024，16（8）：29-32. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4020.2024.08.07.

［4］ BENTON-BRYANT C, POUR N R, BAEKELANDT J, et al. Transvaginal natural orifice transluminal endoscopic surgery (vNOTES) in benign gynaecology: a systematic review of adnexal, myomectomy and prolapse procedures［J］. J Minim Invasive Gynecol, 2025, 32(4): 318-351.e2. DOI: 10.1016/j.jmig.2024.11.004.

［5］ HUANG L, FENG D, GU D X, et al. Transvaginal natural orifice transluminal endoscopic surgery in gynecological procedure: experience of a Women's and Children's Medical Center from China［J］. J Obstet Gynaecol Res, 2022, 48(11): 2926-2934. DOI: 10.1111/jog.15402.

［6］ 施茹. 经阴道自然腔道内镜手术在妇科良性疾病的应用研究［D］. 大理：大理大学，2022.

［7］ REDDY H, KIM S W, PLEWNIAK K. Applications of vaginal natural orifice transluminal endoscopic surgery (vNOTES) in gynecologic surgery［J］. Curr Opin Obstet Gynecol, 2022, 34(4): 220-226. DOI: 10.1097/GCO.0000000000000799.

［8］ PAVONE M, GOGLIA M, ROSATI A, et al. Unveiling the real benefits of robot-assisted surgery in gynaecology: from telesurgery to image-guided surgery and artificial intelligence［J］. Facts Views Vis Obgyn, 2025, 17(1): 50-60. DOI: 10.52054/FVVO.2024.13522.

［9］ YANG Y S. Robotic glove port technique for the endowristed rigid instruments in robotic single-site transabdominal and transvaginal surgery［J］. J Robot Surg, 2021, 15(2): 241-249. DOI: 10.1007/s11701-020-01093-4.

［10］ 段小燕，巫慧，黄婷，等. 机器人技术治疗妇科疾病的现状及前景［J］. 赣南医学院学报，2021，41（12）：1272-1276. DOI: 10.3969/j.issn.1001-5779.2021.12.018.

［11］ SCHEIB S A, FADER A N. Gynecologic robotic laparoendoscopic single-site surgery: prospective analysis of feasibility, safety, and technique［J］. Am J Obstet Gynecol, 2015, 212(2): 179.e1-179.e8. DOI: 10.1016/j.ajog.2014.07.057.

［12］ MATSUURA M, TAMATE M, HABATA S, et al. A new surgical technique for robotic hysterectomy using the da Vinci SP® system［J］. Updates Surg, 2025. DOI: 10.1007/s13304-025-02282-2.

［13］ GUAN X, LOVELL D Y, ZURAWIN R. The evolution of transvaginal robot-assisted surgery in gynecology［J］. Surg Technol Int, 2024, 44: 181-184. DOI: 10.52198/24.STI.44.GY1786.

［14］ MAT E, YILDIZ P, TEMOÇIN R B, et al. Transvaginal natural orifice endoscopic surgery (vNOTES) for elderly patients［J］. Ginekol Pol, 2023. DOI: 10.5603/gpl.95911.

［15］ GUAN X, WELCH J R, WU G. Robotic transvaginal natural orifice transluminal endoscopic surgery for resection of parametrial and bowel deeply infiltrated endometriosis［J］. J Minim Invasive Gynecol, 2022, 29(3): 341-342. DOI: 10.1016/j.jmig.2021.11.020.

［16］ TEKIN A B, YASSA M, KAYA C, et al. Implementing the transvaginal natural orifice transluminal endoscopic surgery (vNOTES) "first" strategy in benign gynecological surgeries［J］. Arch Gynecol Obstet, 2023, 307(4): 1007-1013. DOI: 10.1007/s00404-022-06859-9.

［17］ BASOL G, CORA A O, GUNDOGDU E C, et al. Hysterectomy via transvaginal natural orifice transluminal endoscopic surgery versus single-port laparoscopy: Comparison of early outcomes［J］. J Obstet Gynaecol Res, 2021, 47(9): 3288-3296. DOI: 10.1111/jog.14874.

［18］ HWANG W Y, SUH D H, LEE S. Cosmesis and feasibility of transvaginal natural orifice Specimen extraction (NOSE) for large organ specimen: a prospective pilot study［J］. BMC Urol, 2022, 22(1): 165. DOI: 10.1186/s12894-022-01114-4.

［19］ EKIN M, DURA M C, YILDIZ S, et al. Comparison of transvaginal natural orifice transluminal endoscopic surgery versus conventional surgery for uterosacral ligament suspension in patients who had concomitant vaginal hysterectomy for subtotal uterine prolapse［J］. Asian J Endosc Surg, 2024, 17(3): e13333. DOI: 10.1111/ases.13333.

［本文编辑］ 孙　岩