

混合现实技术联合单孔腹腔镜乳腺癌保乳术疗效分析

黄艳萍¹, 黄清华^{1, 2*}

1. 广西医科大学附属肿瘤医院, 广西南宁

2. 广西梧州市红十字会医院, 广西梧州

DOI:10.62836/medicine.v3i2.1087

摘要: 目的: 探讨混合现实技术联合单孔充气腹腔镜保乳术在早期乳腺癌中的临床应用价值。方法: 回顾性分析2022年6月至2024年11月梧州市红十字会医院收治的19例行混合现实技术联合单孔充气腹腔镜保乳术的早期乳腺癌病人的临床资料, 记录手术相关指标、切缘状态、术后并发症, 采用BREAST-Q量表评估术后生活质量及满意度。结果: 19例病人均顺利完成手术, 无中转开放病例, 切缘均为阴性。手术时间为150.0min (133.0, 162.0), 术中出血30.0ml (20.0, 50.0), 切口长度为5.3cm (4.8, 6.5), 术后均无术区活动性出血、脂肪液化等并发症。随访时间为11-40个月, 中位随访时间27个月, 均无肿瘤局部复发或远处转移。BREAST-Q量表评分显示, 乳房满意度69 (65, 75)分, 胸部健康38 (33, 66)分, 放疗满意度7 (6, 9)分, 社会心理健康80 (77, 83)分, 性健康56 (50, 62)分。结论: 混合现实技术联合单孔充气腹腔镜保乳手术治疗可实现早期乳腺癌的精准切除, 创伤小、出血少, 兼具较好的根治和美容效果, 病人术后生活质量和满意度较高, 是一种安全有效的手术治疗方案。

关键词: 混合现实技术; 单孔腹腔镜; 乳腺癌; 保乳术; 临床应用

Analysis of the efficacy of mixed reality technology combined with single-port endoscopic breast-conserving surgery

Yanping Huang¹, Qinghua Huang^{1, 2*}

1. Affiliated Tumor Hospital of Guangxi Medical University, Nanning, Guangxi

2. Red Cross Hospital of Wuzhou City, Wuzhou, Guangxi

Abstract: Objective: To investigate the clinical application value of mixed reality technology combined with single-port inflation endoscopic breast-conserving surgery in early-stage breast cancer. Methods: A retrospective analysis was conducted on the clinical data of 19 patients with early-stage breast cancer who underwent mixed reality technology combined with single-port inflation endoscopic breast-conserving surgery at Wuzhou Red Cross Hospital from June 2022 to November 2024. Surgical-related indicators, margin status, and postoperative complications were recorded, and the quality of life and satisfaction were assessed using the BREAST-Q scale. Results: All 19 patients

*基金项目: 广西壮族自治区卫生健康委员会广西医疗卫生适宜技术开发与推广应用项目 (S2022111)。

作者简介: 黄艳萍 (1999-) 女, 壮族, 广西来宾人, 硕士研究生, 研究方向: 乳腺癌研究。

通信作者: 黄清华 (1979-) 女, 壮族, 广西扶绥人, 博士, 主任医师, 研究方向: 乳腺癌临床及基础研究。

successfully completed the surgery without conversion to open surgery, and all margins were negative. The operative time was 150.0(133.0,162.0) minutes, intraoperative blood loss was 30.0(20.0,50.0) ml, and the incision length was 5.3(4.8,6.5) cm. No active bleeding or fat liquefaction occurred at the surgical site postoperatively. The follow-up duration ranged from 11 to 40 months, with a median follow-up of 27 months, and no local tumor recurrence or distant metastasis was observed. The BREAST-Q scales scores showed breast satisfaction 69(65,75), chest health 38(33,66) radiotherapy satisfaction 7(6,9), social and psychological health 80(77,83) and sexual health 56(50,62). Conclusion: Mixed reality technology combined with single-port inflation endoscopic breast-conserving surgery achieve precise resection of early breast cancer with minimal trauma and less bleeding, and can obtain better radical and cosmetic effects. The postoperative quality of life and satisfaction of patients are high, which is a safe and effective surgical treatment plan.

Keywords: Mixed reality technology; Single-site endoscopic; Breast cancer; Breast conservation surgery; clinical applications

1 引言

乳腺癌是全球女性发病率最高的恶性肿瘤之一，外科手术治疗仍是早期乳腺癌主要的治疗手段。保乳术作为早期乳腺癌患者的首选术式，能够有效保留乳房外形，提高患者术后生活质量，且术后并发症发生率低[1]。传统的乳腺癌术式存在创伤较大、切口多且不够隐蔽、恢复时间长等不足。近年来，乳腺腔镜技术逐渐应用于临床。单孔腔镜保乳术适用于早期、小肿瘤及乳房条件合适的病例，其经隐蔽的小切口完成，可减少术后瘢痕，在保证疗效的同时提升美观度和满意度，使患者获得生理与心理双重获益[2,3]。

然而，不论是传统开放还是腔镜保乳手术，均面临着“切缘阴性”与“外形美观”的难题。切除范围不足可能增加复发风险，切除过多则破坏美观，尤其对乳房体积小、肿瘤与乳腺组织比例不佳或肿瘤位于内或上象限交界处的患者[4]。腔镜保乳手术虽可避免乳房的额外切口，但镜下肿瘤辨识更难，目前多采用术前于肿瘤组织周围注射少量亚甲蓝来帮助术中辨认肿瘤组织[5,6]，但染料弥散可导致边界辨识不清、切除不精准等问题。混合现实技术通过融合患者个体化三维重建模型与术中视野，

可为术者提供实时的肿瘤位置、形态与周围结构的空

空间关系导航，为实现精准、个性化切除提供新路径[7]。基于上述背景，本研究选取梧州市红十字会医院收治的19例乳腺癌患者，评估该技术在手术指标、切缘情况、术后生活质量及满意度等方面的应用效果，现报告如下。

2 资料和方法

2.1 一般资料

回顾性分析2022年6月至2024年11月广西壮族自治区梧州市红十字会医院乳腺外科收治的行单孔充气法腔镜保乳手术的早期乳腺癌病人的临床资料。外科医师对纳入病例诊治规范性、手术情况进行评估；临床数据统计专员提取、评估、分析临床数据。研究方案经梧州市红十字会医院伦理委员会批准(No.LL2023-132)。纳入标准：(1)女性，年龄18~70岁；(2)术前病理确诊为乳腺癌，符合保乳手术指征；(3)临床和MRI检查均明确肿物局限在腺体内，未侵犯皮肤、皮下组织及乳头乳晕复合体；(4)肿瘤大小/同侧乳房体积比 $\leq 20\%$ (或根据实际情况设定合理阈值)；(5)肿瘤距乳头距离 $\geq 2\text{cm}$ (或经影像学评估无乳头侵犯)；(6)美国东部肿瘤协作组(ECOG)评分0~2分；

(7) 预计生存时间 ≥ 6 个月。(8) 患者知情同意。排除标准:(1) 肿瘤多发, 或弥漫可疑癌灶、微钙化灶, 无法通过局部切除达到切缘阴性;(2) 合并重要器官功能异常或其他严重全身疾病等;(3) 无法耐受全身麻醉或手术;(4) 无法耐受术后放疗或既往接受过乳腺或胸壁放疗;(5) 妊娠或哺乳期妇女;(6) 多原发恶性肿瘤患者。

共纳入19例女性病人, 年龄48(32~63)岁。术前穿刺活检病理均为浸润性导管癌; 右侧乳腺癌9例, 左侧乳腺癌10例; 术前MRI评估均为单发病灶。

2.2 手术方法

2.2.1 术前处理

术前根据CT及MR检查, 经混合现实技术以患者术中体位为基准制定个体化肿瘤图像模型, 术前行入HoloLens 2眼镜(微软公司, 美国; 一款头戴式混合现实显示设备, 可将三维全息图像叠加于真实视野中, 并支持手势交互)中。

2.2.2 手术步骤

全身麻醉后取仰卧, 患侧上肢屈曲外展并将前臂固定在头架上呈屈曲 90° 。常规消毒铺巾, 术前5min在乳晕边缘经皮内或皮下注射少量亚甲蓝, 局部按摩乳房3~5min, 以示踪前哨淋巴结。在患侧腋窝皱襞作长约3~5cm的小切口, 直视下行前哨淋巴结活检术, 取2~6枚淋巴结送检, 根据术中冰冻病理结果决定是否进行腋窝淋巴结清扫。需行腋窝淋巴结清扫的患者适当延长切口, 直视下完成淋巴结清扫。随后经腋窝切口向乳房方向分离皮下组织, 建立初步操作间隙, 置入单孔腹腔镜套装, 充入 CO_2 [流量 $8\text{L}/\text{min}$ 、压力 12mmHg ($1\text{mmHg}=0.133\text{kPa}$)] 维持稳定操作空间。术者佩戴HoloLens 2眼镜, 根据术前制作好的肿瘤位置图引导, 腹腔镜视野下使用电凝钩水平游离切断Cooper韧带, 完成术区皮瓣的游离后圆柱形切除标本至胸大肌筋膜, 酌情切除胸大肌筋膜以确保基底切缘阴性。将切除的乳腺标本按预定方位(上、下、内、外、基底)分别切取各方向切缘及

肿物所在位置的基底组织, 每份标本均明确标记方位后术中冰冻病理检查, 直至获得阴性切缘。腹腔镜下于手术残腔留置钛夹3~4枚用于辅助术后放疗定位。以2-0倒刺线连续缝合剩余腺体进行腺体重塑, 最大程度恢复乳房外形。以灭菌用水冲洗术野, 确保充分止血, 残腔放置1根负压引流管, 经切口引出。术区创面适当加压包扎。

2.3 术后观察及随访

术后观察引流情况, 连续3天引流量 $< 20\text{ml}$ 、引流液清亮且无皮下积液时拔除引流管。根据术后病理结果决定放疗及其他综合治疗方案。记录切口长度、术中出血量、手术时间及术后并发症等。手术后应用BREAST-Q量表进行随访, 对术后乳房满意度、放疗副反应、社会心理状态、胸壁状态、性健康程度进行评分[8]。

2.4 统计学方法

采用SPSS26.0进行统计分析, 计量资料先进行正态性检验, 若符合正态分布以均数 \pm 标准差表示; 若不符合正态分布以中位数(四分位数间距)表示。

3 结果

3.1 术中及术后情况

19例病人均顺利完成单孔充气腹腔镜保乳手术, 无中转开放病例。术中冰冻病理提示切缘及癌灶浅表组织无癌细胞残留。病情需要需行前哨淋巴结活检的16例患者均成功检出前哨淋巴结, 3例患者行腋窝淋巴结清扫。手术时间 $150.0(133.0, 162.0)\text{min}$, 术中出血 $30.0(20.0, 50.0)\text{ml}$, 切口长度 $5.3(4.8, 6.5)\text{cm}$ 。术后引流管留置时间为 $5(5, 6)\text{d}$, 总引流量为 $129(75, 205)\text{ml}$ 。均未出现切口感染、脂肪液化等术后并发症。

术后病理提示肿瘤大小为 $(2.1 \pm 0.6)\text{cm}$, 16例患者前哨淋巴结活检患者病理分期为N0期, 2例N1期, 1例N3期。免疫组化示雌激素受体(ER)阳性15例, 孕激素受体(PR)阳性13例, HER-2过表达者7例, 非过表达者12例。术后病理学均进一步

确认切缘及肿物浅层组织无癌细胞残留。

3.2 随访与生活质量评估

术后随访27(11~40)个月,均无肿瘤局部复发或远处转移。术后乳房满意度69(65,75)分,胸部健康38(33,66)分,社会心理健康80(77,83)分,性健康56(50,62)分;共18人接受放疗,其中1人因个人原因未行放疗,余患者放疗满意度7(6,9)分,患者总体满意度呈中等水平。

4 讨论

乳房是女性重要的第二性征器官,集哺乳、性功能及美学功能于一体,术后能否保留良好乳房外观对于提高患者的生存质量、减轻患者心理压力、增强社会适应力具有重要意义[9]。保乳手术目前已成为早期乳腺癌首选手术方式,在肿瘤学安全性方面形成成熟规范,但遗留的瘢痕、乳房轮廓改变可能引发患者对自我形象的负面认知,影响术后生活质量[10]。

随着腔镜技术的普及与发展,乳腺腔镜手术以其切口隐蔽、操作精准、重建外形佳等优势,逐渐成为早期乳腺癌保乳术的重要选择,患者术后结局良好,乳房满意度、社会心理健康和性健康较传统保乳术更好[11,12]。单孔充气法、单孔免充气(悬吊)法腔镜保乳术等常见方法均可避免乳房上的手术切口,术后美容效果更佳,并发症减少,患者满意度及生活质量更高[13-15]。另有报道创新型“悬吊法”与“充气法”结合,采用悬吊法分离乳房后间隙,采用充气法修整及离断标本四周,也能取得良好的术后效果[16]。然而,腔镜手术缺乏触觉反馈,术中肿瘤定位主要依赖术前标记或染料指引,存在弥散干扰、边界不清等问题,可能导致切除范围不当,影响肿瘤学安全性与术后乳房美观。因此,腔镜保乳术背景下实现精准肿瘤定位与个体化切除范围,成为提升肿瘤学安全性与术后美容效果的关键。

混合现实是虚拟现实和增强现实的结合和进一步发展,使真实世界和数字信息相结合,可将患者CT或MRI二维影像数据重建为个体化三维全息

模型,并与术中视野融合,实现肿瘤位置、形态及周边解剖结构的准确导航,增强了术者的“视觉”和“空间感知”能力,为精准个性化切除提高技术支持。初步研究显示,混合现实技术应用于乳腺肿瘤的精准手术中能够清晰地显示乳腺解剖结构并标记肿瘤,辅助明确手术路径,辅助实现肿瘤完整切除并尽可能保留正常组织。

本研究基于上述背景,探索混合现实技术联合单孔腹腔镜保乳术的临床应用,结果显示19例患者术后常规病理均证实切缘阴性,肿瘤学安全性良好。BREAST-Q量表评估显示患者乳房满意度、结局满意度、社会心理健康度、放疗相关不良反应等维度评分均处于理想水平。该技术通过术中实时肿瘤导航,实现了在单一切口下完成肿瘤切除、术区整形修复及腋窝评估一体化操作,在保证疗效的同时最大程度保留乳房外形,显著提升了患者术后生活质量。

本研究初步证实该联合术式的可行性与优势,但仍存在样本量小、单中心回顾设计、随访时间短等局限,且设备成本较高、普及难度大。但混合现实技术所展现的精准化、可视化优势,已为乳腺外科微创手术发展开辟新方向,随着技术的普及与成本优化,这一创新模式有望成为早期乳腺癌保乳术的标准化选择之一。

参考文献

- [1] 邝亚辉,王阿磊.保乳术治疗早期乳腺癌的临床效果分析[J].贵州医药,2025,49(2):222-223.
- [2] 王晓文,刘超,欧江华.单孔腹腔镜保乳术与开放保乳术治疗早期乳腺癌的疗效及安全性比较[J].中华普外科手术学杂志(电子版),2021,15(5):558-561.
- [3] Wang ZH, Nhi T, Tang CS, et al. Outcomes of single-port gasless laparoscopic breast-conserving surgery for breast cancer: an observational study[J]. The Breast Journal, 2019, 25(3): 461-464.
- [4] Diao K, Lei X, He W, et al. Patient-reported quality of life after breast-conserving surgery with radiotherapy versus mastectomy and reconstruction[J]. Annals of Surgery, 2023, 278(5): e1096-e1102.

- [5] Ou CF, Li YF, Huang LY, et al. Application of fluorescence endoscopy with methylene blue dye and indocyanine green dual-tracer method in sentinel lymph node biopsy for women with breast cancer[J]. *Gland Surgery*, 2023, 12(6): 780-790.
- [6] 任辉,王海全,王俊杰,等.彩色多普勒超声引导下亚甲蓝边界定位法在乳腺癌保乳手术中的应用价值[J].*临床肿瘤学杂志*,2020,25(4):339-342.
- [7] Khizar M, Zaib M, Ahmed SE, et al. Augmented reality tumor mapping: eliminating positive margins in oncosurgery[J]. *Annals of Medicine and Surgery*, 2026, 88(2): 2188-2189. DOI: 10.1097/MS9.0000000000004688.
- [8] 马雨薇,修秉虬,邵鼎轶,等.中文版Breast-Q信效度验证及其对于乳房满意度评估研究[J].*中国实用外科杂志*,2021,41(6):681-686.
- [9] 李文涛,贾琳娇,丁超,等.美学观点在乳房重建中的应用[J].*中华乳腺病杂志(电子版)*,2015,9(2):119-123.
- [10] 黄海荣,高红霞,赵婷婷,等.单孔充气法腹腔镜保乳手术治疗早期乳腺癌的临床效果[J].*中国当代医药*,2021,28(15):115-119.
- [11] 刘晓雁,徐飏,林欢,等.腹腔镜技术在乳腺外科中的应用进展[J].*中华乳腺病杂志(电子版)*,2021,15(4):229-234.
- [12] HES, Li XD, Rosenberg SM, et al. Long-term quality of life in patients with breast cancer after breast conservation vs mastectomy and reconstruction[J]. *JAMA Surgery*, 2022, 157(6): e220631.
- [13] 王子函,谢芳,闫笑生,等.充气法单孔腹腔镜保留乳房手术在早期乳腺癌治疗中的应用[J].*中华乳腺病杂志(电子版)*,2020,14(4):228-233.
- [14] 李平,李丙立,孙毅,等.单孔法腹腔镜保乳术对乳腺癌患者美容效果及生命质量的影响[J].*临床医学研究与实践*,2020,5(26):6-7.
- [15] 王徐立人,熊敏,邵志博,等.腹腔镜辅助下良性乳腺肿块切除和乳腺癌保乳手术的应用与进展[J].*中国修复重建外科杂志*,2024,38(7):776-780.
- [16] 张旖航,曹晓蔓,李田园,等.腹腔镜与机器人乳腺癌保乳手术与乳房重建手术中的肿瘤学安全性[J].*中国普外基础与临床杂志*,2025,32(3):265-271. DOI:10.7507/1007-9424.202502085.

