

## 机器人食管 Ivor Lewis 手术的临床应用

严妍<sup>1</sup>, 康晓征<sup>2</sup>, 李成强<sup>1</sup>, 王允<sup>3</sup>, 李志刚<sup>4</sup>, 韩泳涛<sup>5</sup>, 石立强<sup>1</sup>, 冯希佳<sup>1</sup>,  
李印<sup>2</sup>, 李鹤成<sup>1</sup>

(1. 上海交通大学医学院附属瑞金医院胸外科 上海 200025; 2. 国家癌症中心·国家肿瘤临床医学研究中心·北京  
协和医学院中国医学科学院肿瘤医院胸外科 北京 100021; 3. 四川大学华西医院胸外科 四川 成都 610041;  
4. 上海交通大学医学院附属胸科医院胸外科 上海 200030; 5. 四川省肿瘤临床医学研究中心·四川省肿瘤  
医院·研究所·四川省癌症防治中心·电子科技大学附属肿瘤医院胸外科 四川 成都 610041)

**摘要** 食管癌属于上消化道恶性肿瘤, 发病率高, 预后差。根治性手术是其主要治疗手段之一, 两切口食管癌胸内吻合术(Ivor Lewis 术)是常用术式。腔镜辅助微创食管切除术(VAMIE)已得到较为广泛的应用, 但其存在二维视野、长直刚性器械以及主刀需要依赖助手控制镜头等局限性, 不利于 Ivor Lewis 术的复杂操作。达芬奇机器人手术系统作为新一代的微创手术系统, 具有较高的灵活性、精确性及稳定性, 机器人辅助 Ivor Lewis 术(RAILE)克服了 VAMIE 的局限性, 学习曲线明显缩短。本文就 RAILE 的手术适应证、围术期准备、手术操作步骤及应遵守的标准等进行综述, 以供胸外科同道参考。

**关键词** 机器人辅助手术; Ivor Lewis 食管切除术; 食管癌

**中图分类号** R655.4 R735.1 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2025) 02-0319-13

## Clinical application of robot-assisted Ivor Lewis esophagectomy

YAN Yan<sup>1</sup>, KANG Xiaozheng<sup>2</sup>, LI Chengqiang<sup>1</sup>, WANG Yun<sup>3</sup>, LI Zhigang<sup>4</sup>, HAN Yongtao<sup>5</sup>, SHI Liqiang<sup>1</sup>,  
FENG Xijia<sup>1</sup>, LI Yin<sup>2</sup>, LI Hecheng<sup>1</sup>

(1. Department of Thoracic Surgery, Ruijin Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200025, China;  
2. Department of Thoracic Surgery, National Cancer Center/National Clinical Research Center for Cancer/Cancer Hospital,  
Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100021, China;  
3. Department of Thoracic Surgery, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China;  
4. Department of Thoracic Surgery, Shanghai Chest Hospital, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200030, China;  
5. Department of Thoracic Surgery, Sichuan Cancer Hospital and Institute/Sichuan Cancer Center/Cancer Hospital  
Affiliated to University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610041, China.)

**Abstract** Esophageal cancer (EC) is a type of digestive system cancer with high incidence and poor prognosis. Surgical resection is the preferred option for resectable EC, and Ivor Lewis esophagectomy is the procedure commonly used. Video-assisted minimally invasive esophagectomy (VAMIE) has been widely used in recent years, while it has some limitations, such as two-dimensional field of view, long and rigid instruments, and the controlling of laparoscope must be assisted by an assistant. These limitations bring difficulty for Ivor Lewis esophagectomy. The Da Vinci robotic surgical system, characterized as high flexibility, accuracy and stability, overcomes the limitations of VAMIE, and shortens the learning curve. The surgical indications, perioperative preparation, surgical procedures and standards was reviewed in this paper, hoping to provide references for thoracic surgeons.

**Key words** Robot-assisted Surgery; Ivor Lewis Esophagectomy; Esophageal Cancer

**基金项目:** 国家自然科学基金 (82372855, 82072557); 上海市卫生健康委员会新兴交叉领域研究专项 (2022JC023)

**Foundation Item:** National Natural Science Foundation of China(82372855, 82072557); Novel Interdisciplinary Research Project of Shanghai Municipal Health Commission (2022JC023)

**引用格式:** 严妍, 康晓征, 李成强, 等. 机器人食管 Ivor Lewis 手术的临床应用 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2025, 6 (2): 319-331.

**Citation:** YAN Y, KANG X Z, LI C Q, et al. Clinical application of robot-assisted Ivor Lewis esophagectomy[J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2025, 6(2): 319-331.

**通讯作者 (Corresponding Author):** 李鹤成 (LI Hecheng), Email: lihecheng2000@hotmail.com; 李印 (LI Yin), Email: liyin\_thorax@163.com

食管癌是一种发生于上消化道的恶性肿瘤。2020 年 WHO 的数据显示<sup>[1]</sup>，在全球，食管癌占恶性肿瘤发病率第 7 位，死亡率第 6 位。2016 年的数据显示<sup>[2]</sup>，中国食管癌占恶性肿瘤发病率第 6 位，死亡率第 5 位。目前，根治性手术是可切除食管癌的主要治疗手段，手术的目标是完整切除肿瘤并清扫相应引流区域的淋巴结，以实现良好的局部控制，延长患者生存期并提高患者生活质量。食管癌根治手术通常采用经胸、腹或附加颈部切口进行开放手术，手术创伤大，围手术期并发症发生率高，术后恢复时间长<sup>[3]</sup>。

随着腔镜技术的不断进步，微创食管切除术（Minimally Invasive Esophagectomy, MIE）在食管癌治疗中的应用越来越广泛。与开放手术相比，MIE 有降低手术创伤，减轻术后疼痛，减少术后并发症和缩短住院时间等优势<sup>[4]</sup>。两切口食管癌胸内吻合术（Ivor Lewis 术）与三切口食管癌颈部吻合术（McKeown 术）是 MIE 的两种常用术式。研究表明，Ivor Lewis 术短期并发症发生率更低<sup>[5]</sup>，两种术式对患者远期生存的影响无明显区别<sup>[6]</sup>。目前国内应用较多的食管癌根治手术方式为 Ivor Lewis 术，其不仅涉及肿瘤切除，还包括淋巴结清扫和消化道重建等复杂手术操作，而腔镜辅助微创食管切除术（Video-assisted Minimally Invasive Esophagectomy, VAMIE）存在二维视野、长直刚性器械以及主刀需要依赖助手控制镜头等局限性，这些局限性在腔镜胸内吻合的 Ivor Lewis 术中愈加凸显，给上述复杂操作带来困难<sup>[7]</sup>，且其学习曲线较长<sup>[8-9]</sup>。

达芬奇机器人手术系统作为新一代的微创手术系统，具有较高的灵活性、精确性及稳定性，有助于外科医生实行复杂、高难度的手术操作。2003 年，机器人首次被用于食管癌的手术治疗<sup>[10]</sup>。近期的研究表明，机器人辅助 Ivor Lewis 术（Robot-assisted Ivor Lewis Esophagectomy, RAILE）的学习曲线较腔镜 Ivor Lewis 术明显缩短<sup>[11]</sup>。瑞金医院胸外科自 2015 年 5 月开展 RAILE<sup>[12-14]</sup>，积累了丰富的临床经验。本研究主要就 RAILE 的手术适应证、围术期准备、手术操作步骤及应遵守的标准等进行综述，以供胸外科同道参考。

## 1 机器人手术系统的特点及其在食管外科中的应用

### 1.1 机器人手术系统的优势 机器人手术系统由外

科医生控制台、床旁机械臂系统及成像系统三部分组成，其在外科领域的应用日趋成熟，现已常规用于胸外科、泌尿外科、妇科和肝胆胰外科等<sup>[15-16]</sup>。机器人手术系统可充分满足精确手术操作和远程呈现的需要<sup>[17]</sup>，在以下几个方面具有明显优势。

**1.1.1 识别定位** 机器人手术系统可提供高度放大且清晰的三维视野，外科医生可使用吲哚菁通过 Firefly™ 荧光成像实时观察血管附近的荧光信号，识别隐藏的血管，评估器官的血液供应，在 RAILE 中可用于评估胃及食管血供活性<sup>[18]</sup>。该技术也可以用于准确定位淋巴结<sup>[19]</sup>。

**1.1.2 操作精准灵活** 在传统腔镜手术中，由于枢轴点，手术器械的端点与外科医生的手向相反方向移动的现象被称为支点效应。机器人手术系统的机械臂系统具有 7 个自由度，消除了支点效应和生理性震颤，且能够按比例运动，具有高度的精确性和灵活性，有利于外科医生进行精准解剖与缝合。同时，机器人眼-手-仪的自然对齐功能，以及符合人体工程学的设计，提高了稳定性。相比之下，传统腹腔镜手术的灵活性较差，运动程度有限，存在支点效应<sup>[20]</sup>，且会放大生理性震颤<sup>[21]</sup>。

**1.1.3 视野稳定** 机器人手术系统具有稳定的摄像系统，直接受外科医生控制，医生可以通过立体显示屏观察到更加清晰的手术场景，确保手术区域的稳定可视化<sup>[16]</sup>。

**1.1.4 远程操作** 随着 5G 技术和网络通信的高速发展，机器人辅助下的远程手术已经实现，如远程腹腔镜胆囊切除术、远程经皮冠状动脉介入治疗、远程脊柱手术等，且未增加手术相关并发症的发生率<sup>[22]</sup>。远程操作有助于实现医疗资源下沉，改善偏远地区医疗条件；但因不同地区医学和网络通信发展有异，机器人辅助下的远程手术尚不能广泛推广。

**1.2 机器人手术系统的局限性** 机器人手术系统与传统开放手术和腔镜手术相比，拥有诸多优势，其在外科领域的应用范围正在不断拓宽。尽管如此，机器人手术系统仍存在一定的局限性。

**1.2.1 术者生理不适** 与传统腔镜手术相比，机器人辅助手术中需要外科医生更多地调用颈部和肩部肌肉群，造成相关肌肉群的不适<sup>[23]</sup>。因此，机器人手术系统需要更好的人体工程学实践，以尽量减少对术者身体造成相关伤害<sup>[24]</sup>。

此外，虽然立体视觉是机器人手术系统的优势之一，但术者会因长时间通过双筒望远镜观看手术画面而产生视觉疲劳，面临计算机视觉综合征的风险，可能会出现视力模糊、眼睛干涩、眼疲劳和头痛等症状<sup>[25]</sup>。此类视觉不适可通过使用润滑眼药水、眨眼效率培训和定期屏幕休息来缓解。

**1.2.2 手术空间负担大** 机器人手术系统所需空间较大，这为当下已十分拥挤的外科手术室进一步增加了空间负担。另外，机器人手术系统的机械臂较为笨重，进入外科手术室也较为困难。但无论是通过技术革新缩小机器人手术系统的体积，或是建造机器人手术系统专用手术室，都会导致其成本过高<sup>[21]</sup>。

**1.2.3 价格昂贵** 机器人手术系统所需零部件众多，且涉及学科范围广，制造门槛非常高，使其市场价格及维护费用十分昂贵，限制了推广应用<sup>[21]</sup>。但可以相信，随着技术的进步和经验积累，其价格将会有所下降。

综上，机器人手术系统较高的灵活性、精确性及稳定性等诸多优势，有助于外科医生实行复杂、高难度的手术操作。此外，机器人手术系统符合人体工程学的设计，有利于术者进行长时间的操作<sup>[26]</sup>，适合完成 RAILE 的腔镜下吻合及彻底二野淋巴结清扫。但机器人手术系统仍存在造成术者颈肩眼疲劳、手术空间负担大和价格昂贵等局限性，亟待改善。

### 1.3 机器人手术在食管外科中的应用

**1.3.1 机器人手术在食管癌手术中的应用** 2003 年，Horgan 等人首先报道机器人辅助经食管裂孔食管切除术（Robot-assisted Transhiatal Esophagectomy, RATHE）<sup>[18]</sup>，从此拉开了机器人辅助食管切除术（Robot-assisted Minimally Invasive Esophagectomy, RAMIE）的序幕。近年来，随着临床医疗技术的不断发展和进步，机器人手术系统应用于食管癌根治手术的临床研究及相关报道越来越多，RAMIE 已取得了较好的临床效果<sup>[27-28]</sup>。常见的 RAMIE 手术方式主要包括经右胸-上腹-左颈入路的机器人辅助 McKeown 术（Robot-assisted McKeown Esophagectomy, RAMKE）和经上腹-右胸入路的 RAILE。对于中上胸段食管癌，McKeown 术易于进行消化道重建，且具有淋巴结清扫广泛和彻底的优势<sup>[29]</sup>。Kernstine K H 等人<sup>[30]</sup>在 2004 年首次报道了 RAMKE，随后与 RAMKE 相关的研究逐渐增多。2019 年，Utrecht 等

人在国际上首次发表了 RAMKE 和经胸开放式食管切除术（Open Esophagectomy, OE）（ROBOT 试验）的临床随机对照研究，这项研究有 54 例接受 RAMIE 的患者和 55 例接受经胸 OE 的患者入组，发现接受 RAMKE 的患者在术后并发症发生率（59% Vs 80%， $P=0.02$ ）和术后第 14 d 的功能恢复方面均优于经胸 OE 的患者，且术后疼痛评分较低，短期生活质量较好，为 RAMKE 能够改善术后短期预后提供了强有力的证据<sup>[31]</sup>。

RAILE 在治疗食管中下段食管癌方面具有一定的优势。2002 年，Melvin W S 等人<sup>[32]</sup>首次报道了 RAILE，Ivor Lewis 术需要进行胸内吻合，胸腔镜下手工缝合或机械吻合都比较困难，与传统的胸腔镜手术相比，机器人手术可以帮助外科医生更熟练地进行胸内手工缝合或器械吻合。2013 年，Sebastian G 等人通过分析 50 例接受 RAILE 患者的围术期各项指标，证实了 RAILE 是安全可行的<sup>[33]</sup>。2018 年，笔者回顾性研究了 61 例接受 RAILE 患者的临床资料，其中 35 例应用管状吻合器吻合，26 例应用手工胸内吻合，平均手术时间和平均失血量分别为（ $315.6 \pm 59.4$ ）min 和（ $189.3 \pm 95.8$ ）mL，术后并发症发生率为 36.1%，平均每例淋巴结清扫数目（ $19.3 \pm 9.2$ ）枚，所有病例均实现了 R0 切除，围术期无死亡病例，证明 RAILE 联合吻合器和手工缝合胸腔内吻合术治疗中下段胸段食管癌是安全可行的<sup>[13]</sup>。2022 年，一项关于 RAMIE 的多中心研究共纳入 856 例食管癌患者，分别接受完全 RAILE、杂交 RAILE、完全 RAMKE 和杂交 RAMKE，四组患者均能够达到令人满意的淋巴结清扫数目及较低的术后并发症发生率，证明该术式安全有效<sup>[34]</sup>。

RAMIE 可提高食管癌患者术后的生活质量，且与改善患者生存相关。健康相关生活质量（Health-related Quality of Life, HRQoL）是一项评估患者生活质量的常用指标。研究表明，接受 RAMIE 的患者围术期和术后长期的情绪评分及社会功能评分均优于接受 OE 的患者，且在减轻患者疼痛和功能障碍方面存在明显优势<sup>[31, 35]</sup>。骨骼肌减少症是导致接受食管癌根治手术患者预后不良的重要影响因素，2023 年发表的研究结果表明，接受 RAMIE 的患者骨骼肌指数优于接受 OE 的患者<sup>[36]</sup>。术后生存方面，笔者对接受 RAMIE 及 VAMIE 患者的术后并发症和生存进



行了 Meta 分析, 结果表明接受 RAMIE 的患者三年无病生存率高于接受 VAMIE 的患者<sup>[37]</sup>。另有研究表明, 接受 RAMIE 的患者的五年无病生存率及总生存率均高于接受 OE 的患者<sup>[38]</sup>。但 RAMIE 是否能够真正改善生存, 仍需通过多中心的随机对照试验来证实。

综上, 外科医生一旦突破机器人辅助手术学习曲线, 将取得比 OE 或 VAMIE 更好的手术效果, 包括更少的术中出血及更彻底的淋巴结清扫程度。因此, 运用机器人手术系统进行食管癌根治术具有一定的优势并可取得较为满意的临床疗效。

### 1.3.2 机器人手术在食管良性疾病中的应用

**贲门失弛缓症:** 贲门失弛缓症是一种相对罕见的食管平滑肌疾病, 具体发病机制尚不明确, 其特征是下段食管括约肌松弛受损以及食管收缩缺失或痉挛, 目前治疗以缓解功能性梗阻为主要目的<sup>[39-40]</sup>。Shimi S 等人<sup>[41]</sup>于 1991 年报道了首例腹腔镜 Heller 肌切开术, 并逐渐成为治疗贲门失弛缓的标准术式。随着机器人手术系统的问世, Melvin W S 等人<sup>[42]</sup>于 2001 年首次用机器人进行了 Heller 肌切开术, 取得了较好的效果。Meta 分析显示腹腔镜和机器人 Heller 肌切开术在手术时间、出血量、住院时间和症状缓解等方面无显著差异, 机器人手术入路与术中食管穿孔发生率显著降低有关<sup>[43]</sup>。腹腔镜下切开食管黏膜损伤的发生率为 5%~15%, 但多项研究表明, 机器人手术入路食管穿孔的发生率几乎为零, 可能是由于机器人手术系统具有高分辨率 3D 视觉、生理震颤自动过滤和操作精细灵活等优势, 不会对组织产生任何过度的牵引力。已有研究证实, 机器人 Heller 肌切开术治疗贲门失弛缓症是安全有效的<sup>[44]</sup>。部分肌层切开失败且合并巨食管的患者可接受 RAILE。

**胃食管反流病:** 胃食管反流病 (Gastroesophageal Reflux Disease, GERD) 是多种因素引发的上消化道动力障碍疾病, 这些因素包括一过性食管下括约肌障碍和食管体部运动功能障碍等<sup>[45]</sup>。胃底折叠术, 尤其是 Nissen 胃底折叠术, 因其在改善 GERD 生理参数 (如食管下括约肌压力和食管酸暴露时间) 方面的功效而被广泛认为是抗反流手术中的“金标准”<sup>[45]</sup>。研究表明, 机器人辅助胃底折叠术和腹腔镜胃底折叠术在术后结局、并发症发生率、住院时间、

转换率或再手术率方面没有显著差异<sup>[44]</sup>。Frazzoni M 等人<sup>[46]</sup>对 88 例 GERD 患者分组进行了腹腔镜和机器人手术, 与腹腔镜手术组相比, 机器人辅助手术组在中位术后食管酸暴露方面有适度的改善, 显著改善了术后酸反流参数, 提示在机器人辅助胃底折叠术在治疗 GERD 中的临床效果优于传统腹腔镜手术。

**食管平滑肌瘤:** 平滑肌瘤是食管最常见的良性肿瘤, 约占食管良性肿瘤的 70%, 这些肿瘤由平滑肌细胞过度增殖引起, 主要见于食管的中下段<sup>[47]</sup>。多项研究表明, 机器人辅助食管平滑肌瘤切除术能够较好地保护食管黏膜层的完整性, 可加快患者的术后恢复。Asaf B B 等人<sup>[48]</sup>对 12 例患者行平滑肌瘤切除术, 平均手术时间为 110 min, 平均失血量为 26 mL, 中位随访时间 44 个月, 所有患者均无症状, 无复发或憩室, 表明机器人行平滑肌瘤切除术是安全有效的, 具有良好的临床预后。Inderhees S 等人<sup>[49]</sup>则对胸腔镜和机器人食管平滑肌瘤手术的临床疗效进行了对比分析, 结果表明机器人手术有助于减轻食管黏膜损伤、降低并发症发生率、缩短住院时间。部分剥离失败或合并肉瘤等恶性病变患者, 可挽救性行 RAILE。

随着机器人手术系统的不断发展, 其在食管外科领域的应用越来越广。相对于传统手术, 机器人辅助手术可进行精准操作, 减少创伤, 给食管疾病患者带来了创伤小、术后恢复快及良好的手术预后等益处。

## 2 机器人辅助 Ivor Lewis 手术适应证与禁忌证

**2.1 适应证** 参照 NCCN 指南及 CSCO 指南<sup>[50-51]</sup>, 胸段食管癌及食管胃交界癌侵犯黏膜下层 ( $T_{1b}$ ) 或更深时, 通常选择直接手术治疗; 局部晚期可切除食管癌, 经新辅助治疗后可接受手术治疗。最常见的 RAILE 适应证为中下胸段食管恶性肿瘤、食管胃结合部食管恶性肿瘤累及近端 35 cm 以上和需切除食管的食管功能性疾病等<sup>[52]</sup>。在保证切缘阴性或 3~5 cm 安全切缘的前提下, 部分较低位置的上胸段食管癌也有可能通过机器人手术来完成。研究表明, 在保证切缘阴性的前提下, Ivor Lewis 术的长期生存率不亚于 McKeown 术<sup>[6]</sup>; 而 Ivor Lewis 术在术后短期并发症和生活质量等方面有明显优势<sup>[53-55]</sup>。

**2.2 禁忌证** 不能满足肿瘤切缘为 RAILE 的相对禁忌证；此外，胸腔或腹腔严重粘连患者（如既往胸腹腔手术史）施行微创手术较为困难，因此 RAILE 可能不适合用于此类患者，这主要取决于术者喜好、患者选择以及是否合并其他合并症等。此外，从肿瘤学角度来看， $T_{4b}$  肿瘤累及心脏、大血管、气管、椎体或邻近腹腔器官（包括肝脏、胰腺、脾脏）被认为不可切除；肿瘤位于胃食管交界伴锁骨上淋巴结转移应考虑为不可切除；肿瘤伴有远处转移（包括非区域淋巴结及 IV 期）为不可切除；颈段或胸段食管癌距环咽肌  $<5$  cm 首选根治性同步放化疗，放疗后可考虑巩固化疗；严重心肺功能不全而无法耐受手术或无手术意愿均为手术禁忌证<sup>[51, 56]</sup>。这些也是 RAILE 的禁忌证。

### 3 围术期准备

**3.1 病理诊断及临床分期诊断** RAILE 在食管癌手术中已被广泛应用和认可。无论选择何种术式，在接受食管癌手术前均应完成病理诊断及临床分期诊断<sup>[50-51]</sup>。病理诊断方式首选内镜下活检，如果患者不具备条件或拒绝检查，食管气钡双重对比造影及胸部增强 CT 检查可作为筛选和诊断方法<sup>[51]</sup>。临床分期诊断则可采用（颈部）胸部/腹部增强 CT、全身 FDG-PET/CT 及超声内镜（EUS）<sup>[50]</sup>。

**3.2 患者生理状态** 根治性手术是可切除食管癌患者的主要治疗方式，可提高长期生存率，但仍有部分患者的预后不佳，手术相关并发症是导致这一结果的重要原因之一<sup>[57]</sup>，所以术前对食管癌患者进行充分的生理状态评估和准备尤为重要。

首先应对患者一般情况以及是否耐受手术进行评估，要求患者一般情况良好，无严重合并疾患，心肺功能可以耐受单肺通气和 RAILE 手术。部分不能耐受单肺通气的患者，可采用单腔插管双肺通气，吻合方式采用手工吻合或 Overlap 吻合。目前，高龄已不再是食管癌手术的绝对禁忌证，应结合患者的疾病状况（心血管、呼吸系统、肾脏、肝脏及糖尿病等）进行综合评估<sup>[57-58]</sup>。

其次，应对手术患者进行围术期营养状况评估，必要时予以治疗。中国抗癌协会肿瘤营养专业委员会发起的 INSCOC 研究显示，食管癌是营养不良发病率第 1 位的肿瘤<sup>[59]</sup>。ESPEN 指南及中国抗癌协会指南均推荐对所有确诊患者采用 NRS 2002 量表进行营

养风险筛查，对于营养筛查有风险的患者，推荐进一步采用 PG-SGA 量表进行营养评估<sup>[60-61]</sup>。如果患者至少存在以下一项情况（6 个月内体重减轻  $\geq 10\%$ ， $BMI < 18.5$  kg/m<sup>2</sup>、SGA 评分 C 级或无肝肾功能障碍情况下血清白蛋白含量低于 30 g/L），手术前应进行 7~14 d 的营养治疗。对于所有受益于术前营养治疗的患者、营养不良的患者、术后无法经口摄食或术后 1 周经口摄食  $<60\%$  能量需求的患者，推荐行术后营养治疗<sup>[61]</sup>。营养治疗推荐免疫营养治疗<sup>[62]</sup>。

**3.3 消化道准备** 食管癌术前消化道准备包括口腔准备、食管准备和肠道准备。研究表明，食管癌患者口腔及食管内的菌群改变与术后肺炎及吻合口瘘的发生相关<sup>[63-64]</sup>。良好的食管手术前消化道准备可以减少术中医源性感染的风险，为吻合口的愈合创造良好条件；同时也可促进术后肠蠕动的恢复，为术后早期肠内营养做准备。术前应协助患者做好口腔清洁、进行食管冲洗及消化道手术前常规肠道准备。

**3.4 新辅助治疗** 新辅助治疗是目前局部晚期可切除食管癌的首选治疗方案，其中食管鳞癌推荐新辅助同步放化疗（Neoadjuvant Chemoradiotherapy, NCRT），食管腺癌推荐 NCRT 或围术期化疗（Perioperative Chemotherapy, PCT）<sup>[50-51]</sup>。新辅助治疗后，在患者身体条件允许情况下，建议的手术时机放化疗结束后 4~8 周，化疗结束后 3~6 周<sup>[51]</sup>。

免疫治疗是当前的研究热点，CheckMate-577 研究证实了可切除食管癌术后辅助免疫治疗的重要作用<sup>[65]</sup>，使其进入 NCCN 指南<sup>[50]</sup>。可切除食管癌新辅助免疫治疗的安全性和有效性也已在临床研究中得到初步证实<sup>[66-70]</sup>。CSCO 食管癌诊疗指南 2023 版鼓励患者参与新辅助免疫治疗的临床研究<sup>[51]</sup>。新辅助同步放化疗/化疗联合免疫治疗后手术时机的选择目前无指南推荐，临床研究中与新辅助同步放化疗/化疗相同。

### 4 机器人食管 Ivor Lewis 手术步骤

**4.1 体位摆放** RAILE 选择右胸和腹部两切口作食管切除，手术即相应分为腹部操作和胸部操作（如图 1）。患者给予静脉吸入复合全身麻醉，双腔气管插管单肺通气或单腔插管双肺通气，取决于术者吻合方式的选择。

腹部操作时，患者取仰卧  $15^{\circ}$ ~ $25^{\circ}$  头高足低位（反屈氏位），平卧或右倾  $15^{\circ}$ 。腹部切口采用 5 孔法：



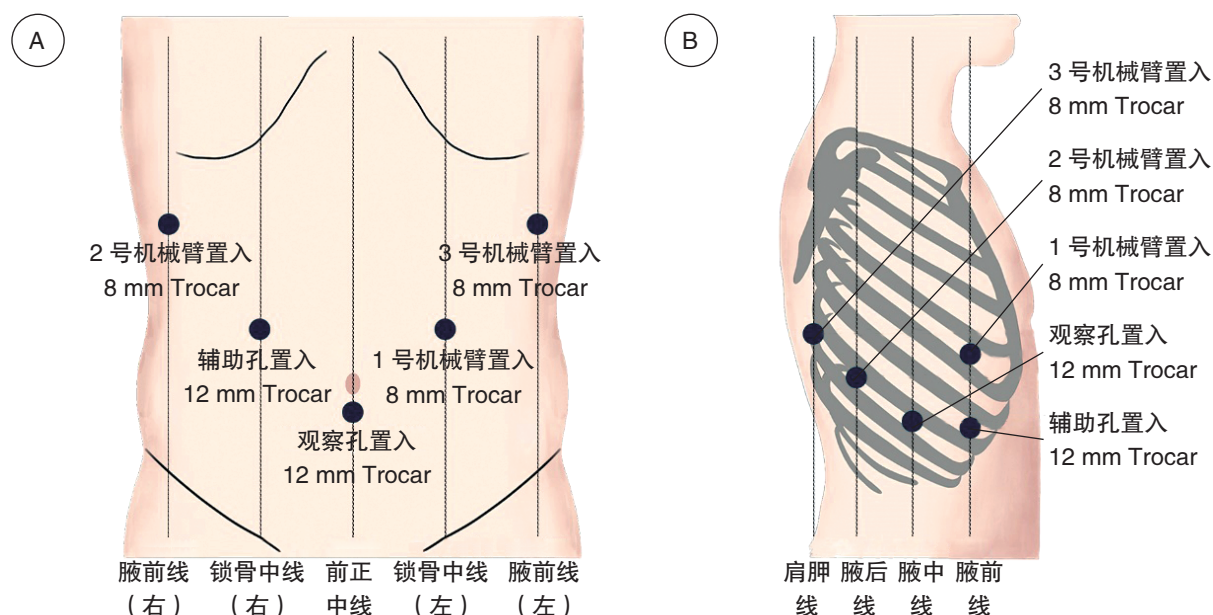


图1 孔位分布

Figure 1 Trocar placement

注：A. 腹部操作孔位分布；B. 胸部操作孔位分布

观察孔置于脐下（12 mm Trocar），1号机械臂操作孔置于左锁骨中线脐上1 cm水平（8 mm Trocar），2号机械臂操作孔置于右腋前线肋弓下2 cm（8 mm Trocar），3号机械臂操作孔置于左腋前线肋弓下2 cm（8 mm Trocar），辅助操作孔置于右锁骨中线脐上1 cm水平（12 mm Trocar）。特殊情况下置入腔镜肝脏拉钩（Nathanson Liver Retractor）<sup>[71-72]</sup>。机器人机械臂自头侧进入，助手站在患者右侧辅助手术。

胸部操作时，患者取90°左侧卧位，前倾45°，左侧单肺或双肺通气。胸部切口采用5孔法：观察孔置于第8肋间右腋中线（12 mm Trocar），1号机械臂操作孔置于第4肋间右腋前线（8 mm Trocar），2号机械臂操作孔置于第8肋间右腋后线（8 mm Trocar），3号机械臂操作孔置于第8肋间肩胛线（8 mm Trocar），辅助操作孔置于第7肋间右腋前线（12 mm Trocar）。机器人机械臂自头侧进入，助手站在患者腹侧辅助手术。此外，目前也有使患者取45°俯卧位，机器人从背侧进入的胸部操作方式。

**4.2 腹部操作** 腹部操作首先为使用荷包线和 Hem-o-lock 以“V型”悬吊肝脏，接着打开小网膜，沿肝胃韧带侧切除小网膜直至贲门，沿腹腔干三个分支（胃左动脉、脾动脉、肝总动脉）完整清扫淋巴结，使用达芬奇双极血管闭合器械或超声刀处理胃左静脉，

使用 Hem-o-lock 双重夹闭后离段胃左动脉（如图2），并继续游离胃小弯至贲门右侧。游离膈肌食管裂孔，游离食管下段，与右侧胸腔相通。沿距胃网膜血管2 cm处打开大网膜，将胃向上方提起，游离胃后壁及胃底，离断胃网膜左血管，显露脾脏，处理胃短血管，分离至贲门膈角。继续游离胃大弯幽门侧，保护胃网膜右血管弓，切断胃结肠韧带，充分游离胃幽门侧，必要时行 Kocher 法利于胃的上提。

完成胃的完全游离后，沿胃小弯侧使用数枚45 mm及60 mm直线切割闭合器镜下制作管状胃，管状胃宽度4~5 cm，可使用倒刺线行内翻缝合浆膜化管状胃切缘，亦可采用倒刺线全层连续加固缝合。管状胃制作结合术者喜好，亦可选择腹部小切口辅助体外完成。

腹部操作的最后一步通常为距屈氏韧带20~30 cm处做空肠穿刺造瘘，用于术后肠内营养支持，然而其必要性存在争议<sup>[73-77]</sup>。

**4.3 胸部操作** 首先应沿右侧迷走神经打开纵隔胸膜至锁骨下动脉，暴露右喉返神经，清扫右喉返神经旁淋巴结及脂肪组织，清扫上缘多以右侧甲状腺下动脉为界，以保证彻底的二野淋巴结清扫。使用切割闭合器离断奇静脉弓。向下游离食管脊柱侧和心包侧，至膈肌食管裂孔与腹部贯通，牵拉纱条悬吊食管，同时清扫膈上、双侧下肺静脉旁、主动脉

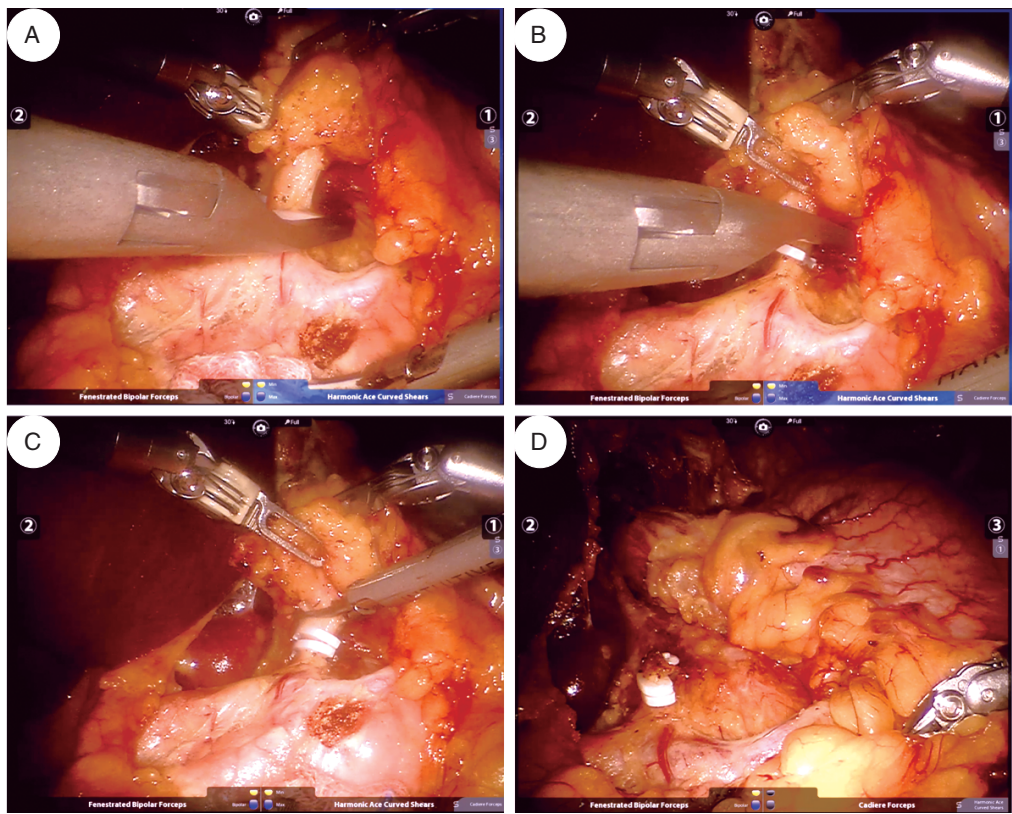


图2 使用 Hem-o-lock 双重夹闭后离段胃左动脉

Figure 2 Cut the left gastric artery after double-sealing with Hem-o-lock

注：A. Hem-o-lock 夹闭胃左动脉；B. 双道 Hem-o-lock 夹闭胃左动脉；C. 离段胃左动脉；D. 胃左动脉残端

旁、双侧主支气管旁和隆突下淋巴结。胸部操作的难点在于清扫左喉返神经旁淋巴结,需要牵拉气管,分离左侧气管及食管周围脂肪结缔组织,充分暴露左喉返神经,彻底清扫左喉返神经旁淋巴结,下至左喉返神经起始部,上至左侧甲状腺下动脉水平。

吻合部位取决于肿瘤位置,吻合方式多由术者喜好决定。可使用达芬奇机器人剪刀打开局部食管壁,使用钉钻座夹持钳置入管状吻合器抵钉座,机械臂辅助下做双层荷包缝合固定抵钉座,上提管状胃至胸腔,荷包缝管状胃便于牵引吻合,离断管状胃,取出标本,送术中冰冻病理检查肿瘤切缘情况。若冰冻病理检查提示上下切缘均无癌残留,即行食管-胃胸内吻合(如图3)。助手从辅助孔置入管状吻合器,从管状胃前壁置入并经后壁引出,在助手及机械臂配合下对合吻合器及抵钉座,行食管近端与胃后壁端侧吻合,直线切割闭合器关闭管状胃残端。常用管状吻合器尺寸为21 mm或25 mm。

以上所述为器械吻合-圆吻端侧吻合,为RAILE最常用吻合方式,简便且可靠。RAILE可选用的吻合方式还有:器械吻合-侧侧吻合、器械吻合-

三角吻合、手工吻合-端侧吻合、手工吻合-侧侧吻合和手工吻合-端端分层吻合等。以上吻合方式在RAILE中均可行,且安全有效,术后吻合口瘘或狭窄发生率相当,外科医生可根据自己的技术专长选用<sup>[78-82]</sup>。

**4.4 食管切除范围** RAILE应达到与开放手术相同的切除范围,故上下切缘应至少距肿瘤上下缘3~5 cm<sup>[83]</sup>。目前RAILE主要用于治疗相对早期的食管癌患者,鉴于早期肿瘤在腔镜下判断病灶的确切位置有一定困难,故在RAILE中不应拘泥于3~5 cm的切缘,必要时行术中胃镜辅助定位,以确保手术的根治性。

**4.5 淋巴结清扫范围** 淋巴结清扫的目的在于准确分期和彻底切除,RAILE的淋巴结清扫范围与开放手术一致。2017年国际抗癌联盟(Union for International Cancer Control, UICC)第八版和2017年日本食道学会(Japan Esophageal Society, JES)第十一版食管癌分期中,均对淋巴结进行了分组和分群<sup>[84-85]</sup>(如图4~5),主要区别在于UICC认为锁骨上淋巴结属于M1,腹腔干淋巴结属于区域淋巴结;而JES认为锁骨上淋巴结仍为胸段食管癌的区域淋



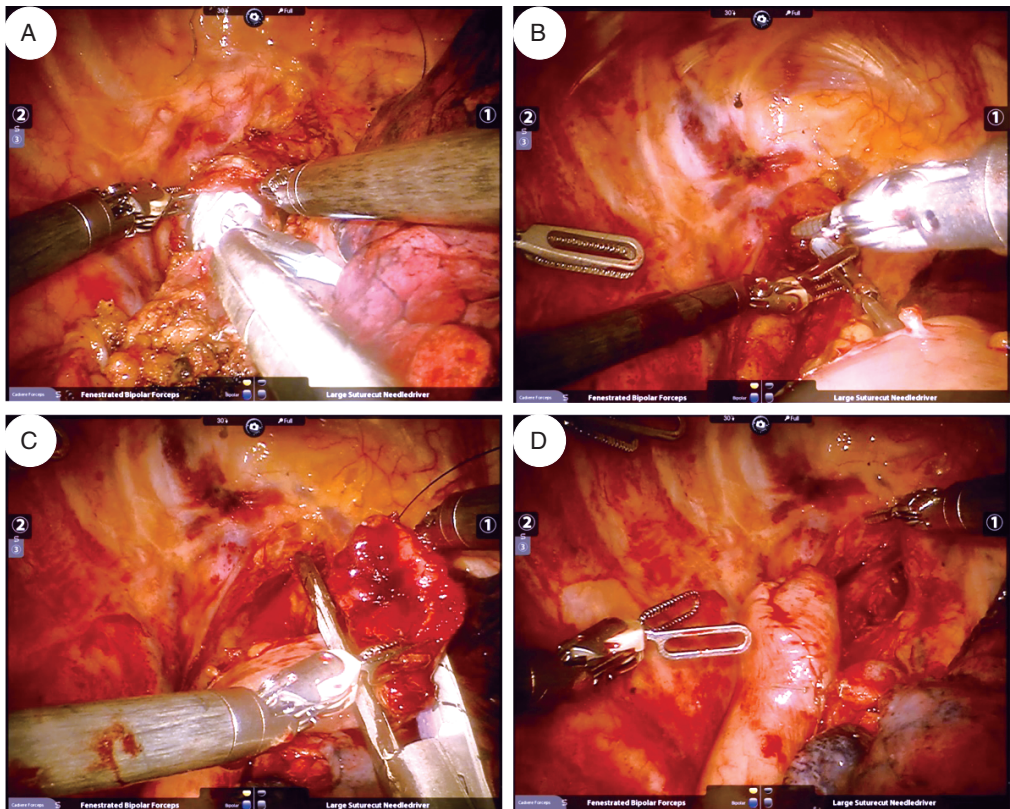


图3 食管-胃胸内吻合

Figure 3 Intrathoracic gastroesophageal anastomosis

注：A. 置入管状吻合器抵钉座；B. 双荷包固定抵钉座；C. 直线切割闭合器夹闭管状胃残端；D. 食管-管状胃吻合口

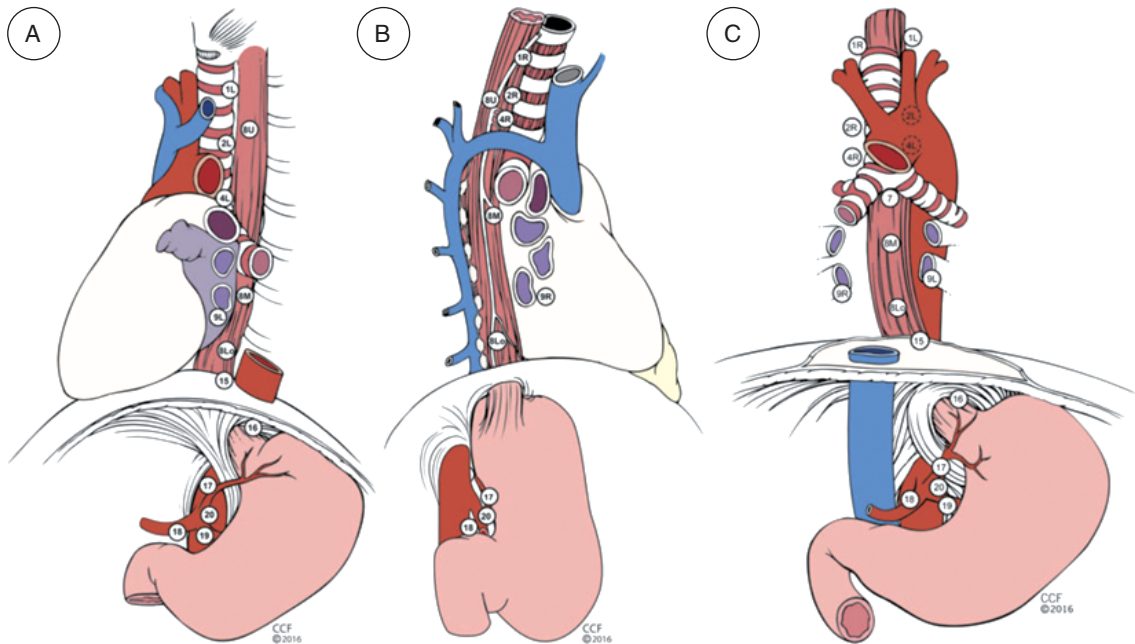


图4 UICC 第八版（2017年）食管癌分期淋巴结分组

Figure 4 Lymph node maps for esophageal cancer in UICC (8th edition, 2017)

注：A. 左侧观；B. 右侧观；C. 前面观

巴结,腹腔干淋巴结不是胸上食管癌的区域淋巴结。  
RAILE 应完成胸腹完全二野淋巴结清扫,术前

未接受过新辅助治疗的患者行手术治疗时,应清扫  
至少15个淋巴结以得到充分的淋巴结分期<sup>[50-51]</sup>。接



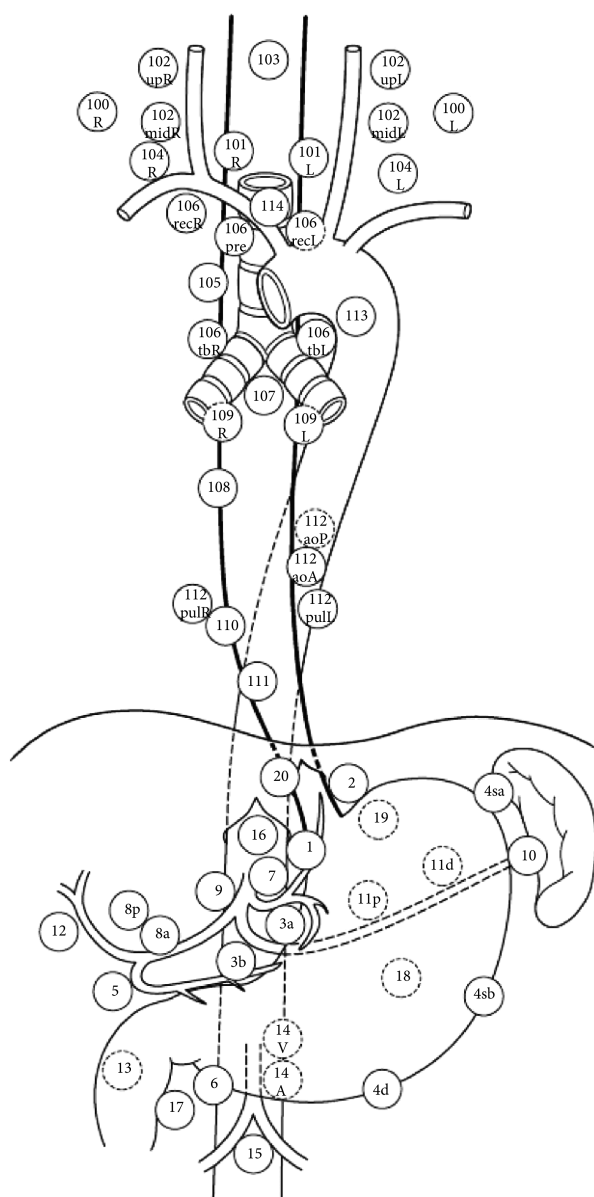


图5 JES 第十一版(2017年)食管癌分期淋巴结分组和分群  
Figure 5 Lymph node maps for esophageal cancer in JES (11th edition, 2017)

受新辅助治疗后的患者行手术治疗时,最佳淋巴结清扫数目暂无定论,但推荐进行与未接受过新辅助治疗患者相同范围的淋巴结清扫。

## 5 术后并发症与防治

RAILE 术后常见的并发症包括吻合口瘘、吻合口狭窄、肺部并发症、乳糜胸和喉返神经损伤等,与食道并发症共识小组(Esophageal Complications Consensus Group, ECCG)现代全球食管切除术后结局的基准数据库相比较,RAILE 的围术期结局相对令人满意<sup>[86]</sup>。

**5.1 吻合口瘘** 吻合口瘘是 RAILE 术后最严重也是

常见的并发症之一,是患者围术期死亡的重要原因。吻合口瘘系吻合口处组织连续性缺损,导致重建后消化道的内容物由管腔内向腔外溢出,这会增加患者死亡风险、延长住院时间,可能延误术后治疗而导致肿瘤复发。目前文献报道的 RAILE 术后吻合口瘘发生率为 1.9%~19.6%<sup>[82, 87-93]</sup>, RAILE 研究中不同的吻合方式、吻合器使用以及新辅助治疗等因素均有可能影响吻合口瘘的发生率。Egberts J H 等人<sup>[89]</sup>回顾了 75 例 RAILE 术的吻合方式,发现 5 例接受侧侧直线吻合的患者中有 4 例发生了吻合口瘘,采用环形端端吻合的患者有 16.7% 发生了吻合口瘘,而手工吻合患者的吻合口瘘发生率仅为 9.6%。传统的胸腔镜下手工吻合需要高超的腔镜缝合技术,限制了其应用。但 RAILE 可以充分利用 4 个方向高自由度的机械臂、出色的可视化系统和人体工学设计,在进行深部狭小区域缝合、打结等精细操作中具有明显优势,使得微创手工吻合变得相对易行<sup>[13]</sup>。目前 RAILE 术中最佳的吻合方式仍存在争议,一些既往的 Meta 分析<sup>[94-95]</sup>比较了不同吻合器吻合和手工吻合的吻合口瘘发生率,发现吻合器吻合在吻合口瘘方面优于手工吻合,但其是否适用于 RAILE 尚不确定,仍需要大样本高质量的临床研究来探索 RAILE 的最佳吻合方式。

**5.2 吻合口狭窄** 吻合口狭窄是 RAILE 术后另一种常见的吻合口并发症,恶性狭窄由吻合口肿瘤复发引起,而良性狭窄主要由吻合口周围瘢痕或者肉芽组织增生导致,与吻合口瘘、血流供应不足和吻合方式等关系密切,常会引起患者不同程度的吞咽梗阻症状甚至无法进食,长期影响患者生活<sup>[96-97]</sup>。目前,仅有少量的研究报道了 RAILE 术的吻合口狭窄情况,Meredit K 等人<sup>[93]</sup>回顾了 302 例接受微创手术的食管癌患者,发现有 7.6% 的 RAILE 患者发生了吻合口狭窄,而腔镜组为 3.2%。吻合口狭窄的发生与吻合方式关系密切,Egberts J H 等人<sup>[91]</sup>建议吻合器直径应根据患者个体的解剖情况选择,应优先选择较大直径,但在 25 mm 和 28 mm 吻合器之间并不存在吻合口瘘和吻合口狭窄发生率的显著差异<sup>[98]</sup>。XU Z J 等人<sup>[99]</sup>的一项回顾性研究表明,可通过手工分层吻合来减少 RAILE 术吻合口狭窄的发生。WANG W P 等人<sup>[100]</sup>报道提示,与手工吻合和环形吻合器吻合相比,半机械吻合方式可以有效降

低吻合口狭窄的发生率，同时不增加胃食管反流发生的风险。吻合口扩张术是良性吻合口狭窄的主要治疗方法，可以采用内镜下探条扩张、内镜或 DSA 下球囊扩张<sup>[101]</sup>，但扩张治疗后部分患者的狭窄段可能出现瘢痕纤维增生、肥厚，以致再次发生狭窄。对于扩张无效的难治性吻合口狭窄，可以采用食管支架置入术，以缓解吞咽困难<sup>[102]</sup>。

**5.3 乳糜胸** 胸导管参与了除右半胸腔、右上肢及右侧头颈部之外全身的淋巴回流，其走行较长，与食管解剖关系密切，且常发生变异。术中剥离食管的操作易损伤胸导管及其分支，引起乳糜液外漏，大量淡黄色乳糜液积聚于胸膜腔引起乳糜胸，可造成严重的电解质代谢紊乱<sup>[103-104]</sup>。Ekeke C N 等人<sup>[105]</sup>的研究表明，其中心 RAILE 患者术后乳糜胸的发生率为 8.3%。Egberts J H 等人回顾了 220 例 RAILE，发现有 3 例患者发生了乳糜胸且需要二次手术<sup>[91]</sup>。术前口服橄榄油可减少食管癌术后乳糜胸发生<sup>[106]</sup>。一些研究发现，手术中预防性结扎胸导管可以降低术后乳糜胸的发生风险<sup>[107]</sup>。Crucitti P 等人<sup>[108]</sup>进行的 Meta 分析发现，与未作处理相比，术中预防性结扎胸导管可以显著降低乳糜胸的发生风险，然而另一篇 2018 年发表的 Meta 分析却得出了相反的结论<sup>[109]</sup>。目前关于预防性结扎胸导管能否降低乳糜胸发生率仍未达成共识，但对于有高危因素如低 BMI、胸导管剥离困难和新辅助同步放化疗后的患者，预防性结扎胸导管的选择仍需慎重<sup>[110]</sup>。

**5.4 肺部并发症** 肺炎和其他肺部并发症也会影响食管癌术后患者的生存，有研究发现术后肺炎使围术期死亡率增加了近 10%，5 年总生存率降低了 12%<sup>[111]</sup>。既往研究显示 RAILE 术后肺部并发症的发生率为 8.6%~34%<sup>[82, 88-89, 92-93]</sup>。近期一项倾向得分匹配研究和一项 Meta 分析均发现 RAMIE 术后的肺炎和肺部并发症发生率显著低于 VAMIE，提示机器人手术可以有效降低术后肺部并发症<sup>[112-113]</sup>。术前肺功能检测可以预测肺部并发症的发生，第 1 秒用力呼气量低于正常值 60% 的患者，术后出现肺部并发症的可能性会增加 3 倍<sup>[114]</sup>。有研究发现术前患者身体机能会影响并发症的发生，许多食管癌患者因长期吸烟导致肺储备减少，因此日常的戒烟教育有可能改善这部分患者的预后<sup>[115-116]</sup>。

## 6 随访

参考现有指南以及专家共识，建议 RAILE 术后的随访复查项目包括症状体征、全身营养状况、肿瘤标志物监测以及影像学检查<sup>[50, 117-118]</sup>。RAILE 吻合口位于胸部，既往 CROSS 研究和 NEOCRTEC5010 研究等均提示术后吻合口及纵隔淋巴结的复发概率较高，而锁骨上淋巴结、腹部淋巴结、肺、骨和脑则是转移的重灾区<sup>[119-120]</sup>，因此影像学检查应以颈部胸部上腹部增强 CT 为主，必要时辅以颅脑 MRI、骨扫描或全身 PET-CT 等无创检查，监测肿瘤的复发转移。如果上述无创检查发现肿瘤存在复发可能，则可以根据位置选择有创检查手段，如超声内镜活检、浅表肿物活检、纵隔镜活检等手段获取病理，明确诊断以指导治疗。关于随访间隔，由于大部分食管癌复发出现在术后 2 年内，根据指南建议 RAILE 术后的前 2 年内每 3 个月随访 1 次，第 3 年起随访问隔延长至半年，第 5 年起每年随访 1 次<sup>[121-122]</sup>。

综上所述，RAILE 结合了 RAMIE 的优点以及 Ivor Lewis 术相较于 Mckeown 术在术后并发症和患者生活质量方面的优势，手术医生和患者均可从中获益。对于手术医生，RAILE 的灵活性、精确性及稳定性高，有助于实施高难度、复杂的手术操作，也可缩短 VAMIE 的学习曲线。对于特定的需接受食管切除术的患者，RAILE 既能保证较好的治疗效果，也可提高生活质量。但 RAILE 是否真正优于 VAMIE 或 OE，仍需要前瞻性随机对照临床试验来进一步证实，但可能存在入组困难等障碍。不可否认的是，RAILE 是当前食管外科医生应该掌握的重要术式。

**利益冲突声明：**本文不存在任何利益冲突。

**作者贡献声明：**严妍负责设计论文框架，文献查阅，论文撰写和修改；康晓征、李成强负责设计论文框架，论文修改；王允、李志刚、韩泳涛负责论文审阅及定稿；石立强、冯希佳负责文献查阅，论文撰写；李鹤成、李印负责指导选题，论文审阅及定稿。

## 参考文献

- [1] Sung H, Ferlay J, Siegel R L, et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. CA Cancer J Clin, 2021, 71(3): 209-249.
- [2] ZHENG R S, ZHANG S W, ZENG H M, et al. Cancer incidence and mortality in China, 2016[J]. Journal of the National Cancer Center, 2022, 2(1): 1-9.
- [3] Hsu P K, Huang C S, Wu Y C, et al. Open versus thoracoscopic esophagectomy in patients with esophageal squamous cell carcinoma[J]. World J Surg, 2014, 38(2): 402-409.



- [4] Biere S S, van Berge Henegouwen M I, Maas K W, et al. Minimally invasive versus open oesophagectomy for patients with oesophageal cancer: a multicentre, open-label, randomised controlled trial[J]. *Lancet*, 2012, 379(9829): 1887–1892.
- [5] van Workum F, Slaman A E, van Berge Henegouwen M I, et al. Propensity score-matched analysis comparing minimally invasive ivor lewis versus minimally invasive McKeown esophagectomy[J]. *Ann Surg*, 2020, 271(1): 128–133.
- [6] Junttila A, Helminen O, Helmio M, et al. Five-year survival after McKeown compared to Ivor-Lewis esophagectomy for esophageal cancer: a population-based nationwide study in Finland[J]. *Ann Surg*, 2023, (6): 964–970.
- [7] Bizakis C, Kent M S, Luketich J D, et al. Initial experience with minimally invasive Ivor Lewis esophagectomy[J]. *Ann Thorac Surg*, 2006, 82(2): 402–6; discussion 6–7.
- [8] van Workum F, Stenstra M, Berkelmans G H K, et al. Learning curve and associated morbidity of minimally invasive esophagectomy: a retrospective multicenter study[J]. *Ann Surg*, 2019, 269(1): 88–94.
- [9] Claassen L, Hannink G, Luyer M D P, et al. Learning curves of Ivor Lewis totally minimally invasive esophagectomy by hospital and surgeon characteristics: a retrospective multinational cohort study[J]. *Ann Surg*, 2022, 275(5): 911–918.
- [10] Giulianotti P C, Coratti A, Angelini M, et al. Robotics in general surgery: personal experience in a large community hospital[J]. *Arch Surg*, 2003, 138(7): 777–784.
- [11] HAN Y, ZHANG Y J, ZHANG W T, et al. Learning curve for robot-assisted Ivor Lewis esophagectomy[J]. *Dis Esophagus*, 2022, 35(2): doab026.
- [12] JIN R S, XIANG J, HAN D P, et al. Robot-assisted Ivor-Lewis esophagectomy with intrathoracic robot-sewn anastomosis[J]. *Journal of thoracic disease*, 2017, 9(11): E990–E993.
- [13] ZHANG Y J, XIANG J, HAN Y, et al. Initial experience of robot-assisted Ivor-Lewis esophagectomy: 61 consecutive cases from a single Chinese institution[J]. *Dis Esophagus*, 2018. DOI: 10.1093/dote/doy048.
- [14] ZHANG Y J, HAN Y, GAN Q Y, et al. Early outcomes of robot-assisted versus thoracoscopic-assisted Ivor Lewis esophagectomy for esophageal cancer: a propensity score-matched study[J]. *Annals of Surgical Oncology*, 2019, 26(5): 1284–1291.
- [15] de'Angelis N, Khan J, Marchegiani F, et al. Robotic surgery in emergency setting: 2021 WSES position paper[J]. *World J Emerg Surg*, 2022, 17(1): 4.
- [16] Potscher A, Bittermann C, Langle F. Robot-assisted esophageal surgery using the da Vinci((R)) Xi system: operative technique and initial experiences[J]. *J Robot Surg*, 2019, 13(3): 469–474.
- [17] Leal Ghezzi T, Campos Corleta O. 30 years of robotic surgery[J]. *World J Surg*, 2016, 40(10): 2550–2557.
- [18] Horgan S, Berger R A, Elli E F, et al. Robotic-assisted minimally invasive transhiatal esophagectomy[J]. *Am Surg*, 2003, 69(7): 624–626.
- [19] Bae S U, Baek S J, Hur H, et al. Intraoperative near infrared fluorescence imaging in robotic low anterior resection: three case reports[J]. *Yonsei Med J*, 2013, 54(4): 1066–1069.
- [20] Gallagher A G, McClure N, McGuigan J, et al. An ergonomic analysis of the fulcrum effect in the acquisition of endoscopic skills[J]. *Endoscopy*, 1998, 30(7): 617–620.
- [21] Lanfranco A R, Castellanos A E, Desai J P, et al. Robotic surgery: a current perspective[J]. *Ann Surg*, 2004, 239(1): 14–21.
- [22] Barba P, Stramiello J, Funk E K, et al. Remote telesurgery in humans: a systematic review[J]. *Surg Endosc*, 2022, 36(5): 2771–2777.
- [23] Armijo P R, Huang C K, High R, et al. Ergonomics of minimally invasive surgery: an analysis of muscle effort and fatigue in the operating room between laparoscopic and robotic surgery[J]. *Surg Endosc*, 2019, 33(7): 2323–2331.
- [24] Patel E, Saikali S, Mascarenhas A, et al. Muscle fatigue and physical discomfort reported by surgeons performing robotic-assisted surgery: a multinational survey[J]. *J Robot Surg*, 2023, 17(5): 2009–2018.
- [25] Wong S W, Crowe P. Visualisation ergonomics and robotic surgery[J]. *J Robot Surg*, 2023, 17(5): 1873–1878.
- [26] Peters B S, Armijo P R, Krause C, et al. Review of emerging surgical robotic technology[J]. *Surg Endosc*, 2018, 32(4): 1636–1655.
- [27] Grimminger P P, van der Horst S, Ruurda J P, et al. Surgical robotics for esophageal cancer[J]. *Ann N Y Acad Sci*, 2018, 1434(1): 21–26.
- [28] Kanamori J, Watanabe M, Maruyama S, et al. Current status of robot-assisted minimally invasive esophagectomy: what is the real benefit?[J]. *Surg Today*, 2022, 52(9): 1246–1253.
- [29] Hosoda K, Niihara M, Harada H, et al. Robot-assisted minimally invasive esophagectomy for esophageal cancer: meticulous surgery minimizing postoperative complications[J]. *Ann Gastroenterol Surg*, 2020, 4(6): 608–617.
- [30] Kernstine K H, DeArmond D T, Karimi M, et al. The robotic, 2–stage, 3–field esophagolymphadenectomy[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2004, 127(6): 1847–1849.
- [31] van der Sluis P C, van der Horst S, May A M, et al. Robot-assisted minimally invasive thoracoscopic esophagectomy versus open transthoracic esophagectomy for resectable esophageal cancer: a randomized controlled trial[J]. *Ann Surg*, 2019, 269(4): 621–630.
- [32] Melvin W S, Needleman B J, Krause K R, et al. Computer-enhanced robotic telesurgery. Initial experience in foregut surgery[J]. *Surg Endosc*, 2002, 16(12): 1790–1792.
- [33] de la Fuente S G, Weber J, Hoffs S E, et al. Initial experience from a large referral center with robotic-assisted Ivor Lewis esophagogastronomy for oncologic purposes[J]. *Surg Endosc*, 2013, 27(9): 3339–3347.
- [34] Kingma B F, Grimminger P P, van der Sluis P C, et al. Worldwide techniques and outcomes in robot-assisted minimally invasive esophagectomy (RAMIE): results from the multicenter international registry[J]. *Ann Surg*, 2022, 276(5): e386–e392.
- [35] Mehdorn A S, Moller T, Franke F, et al. Long-term, health-related quality of life after open and robot-assisted Ivor-Lewis procedures—a propensity score-matched study[J]. *J Clin Med*, 2020, 9(11): 3513.
- [36] Merboth F, Nebelung H, Wotschel N, et al. Robotic esophagectomy compared with open esophagectomy reduces sarcopenia within the first postoperative year: a propensity score-matched analysis[J]. *J Thorac Oncol*, 2023, 18(2): 232–244.
- [37] ZHANG Y J, DONG D, CAO Y Q, et al. Robotic versus conventional minimally invasive esophagectomy for esophageal cancer: a meta-analysis[J]. *Ann Surg*, 2023, 278(1): 39–50.
- [38] de Groot E M, van der Horst S, Kingma B F, et al. Robot-assisted minimally invasive thoracoscopic esophagectomy versus open esophagectomy: long-term follow-up of a randomized clinical trial[J]. *Dis Esophagus*, 2020, 33(Supplement\_2): doaa079.
- [39] Savarino E, Bhatia S, Roman S, et al. Achalasia[J]. *Nat Rev Dis Primers*, 2022, 8(1): 28.
- [40] 徐杨, 申翼. 达芬奇机器人在食管外科中的应用[J]. *医学研究生学报*, 2021, 34(1): 1–7.
- [41] Shimi S, Nathanson L K, Cuschieri A. Laparoscopic cardiomyotomy for achalasia[J]. *J R Coll Surg Edinb*, 1991, 36(3): 152–154.
- [42] Melvin W S, Needleman B J, Krause K R, et al. Computer-assisted robotic heller myotomy: initial case report[J]. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2001, 11(4): 251–253.
- [43] Milone M, Manigrasso M, Vertaldi S, et al. Robotic versus laparoscopic approach to treat symptomatic achalasia: systematic review with meta-analysis[J]. *Dis Esophagus*, 2019, 32(10): 1–8.
- [44] Damani T, Ballantyne G. Robotic foregut surgery[J]. *Surg Clin North Am*, 2020, 100(2): 249–264.
- [45] Katz P O, Dunbar K B, Schnoll-Sussman F H, et al. ACG Clinical guideline for the diagnosis and management of gastroesophageal reflux disease[J]. *Am J Gastroenterol*, 2022, 117(1): 27–56.
- [46] Frazzoni M, Conigliaro R, Colli G, et al. Conventional versus robot-assisted laparoscopic Nissen fundoplication: a comparison of postoperative acid

- reflux parameters[J]. *Surg Endosc*, 2012, 26(6): 1675–1681.
- [47] GH A L, Hu J R, Yao P, et al. Surgical Treatment for esophageal leiomyoma: 13 years of experience in a high-volume tertiary hospital[J]. *Front Oncol*, 2022. DOI: 10.3389/fonc.2022.876277.
  - [48] Asaf B B, Bishnoi S, Puri H V, et al. Robotic enucleation of oesophageal leiomyoma technique and surgical outcomes[J]. *J Minim Access Surg*, 2022, 18(1): 84–89.
  - [49] Inderhees S, Tank J, Stein H J, et al. Leiomyoma of the esophagus : A further indication for robotic surgery?[J]. *Chirurg*, 2019, 90(2): 125–130.
  - [50] Ajani J A, D'Amico T A, Bentrem D J, et al. Esophageal and Esophagogastric Junction Cancers, Version 2.2023, NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology[J]. *J Natl Compr Canc Netw*, 2023 21(4): 393–422.
  - [51] 中国临床肿瘤学会指南工作委员会 . 中国临床肿瘤学会 (CSCO) 食管癌诊疗指南 2023[M]. 北京 : 人民卫生出版社 , 2023.
  - [52] *Esophageal Surgery*[M]. Wolters Kluwer, 2023.
  - [53] Brown A M, Pucci M J, Berger A C, et al. A standardized comparison of peri-operative complications after minimally invasive esophagectomy: Ivor Lewis versus McKeown[J]. *Surg Endosc*, 2018, 32(1): 204–211.
  - [54] Jezerskyte E, Saadeh L M, Hagens E R C, et al. Long-term health-related quality of life after McKeown and Ivor Lewis esophagectomy for esophageal carcinoma[J]. *Dis Esophagus*, 2020. DOI: 10.1093/dote/doaa022.
  - [55] YANG Y S, SHANG Q X, YUAN Y, et al. Comparison of long-term quality of life in patients with esophageal cancer after Ivor-Lewis, McKeown, or Sweet esophagectomy[J]. *J Gastrointest Surg*, 2019, 23(2): 225–231.
  - [56] Rice D C. Robot-assisted Ivor Lewis Esophagectomy[M]. Springer International Publishing, 2021: 19–42.
  - [57] Steyerberg E W, Neville B A, Koppert L B, et al. Surgical mortality in patients with esophageal cancer: development and validation of a simple risk score[J]. *J Clin Oncol*, 2006, 24(26): 4277–4284.
  - [58] Hashimi S, Smith M. Medical evaluation of patients preparing for an esophagectomy[J]. *Surg Clin North Am*, 2012, 92(5): 1127–1133.
  - [59] SONG C H, CAO J J, ZHANG F, et al. Nutritional risk assessment by scored patient-generated subjective global assessment associated with demographic characteristics in 23, 904 common malignant tumors patients[J]. *Nutr Cancer*, 2019, 71(1): 50–60.
  - [60] 中国抗癌协会肿瘤营养专业委员会, 中华医学会肠外肠内营养学分会, 中国医师协会放射肿瘤治疗医师分会营养与支持治疗学组 . 食管癌患者营养治疗指南 [J]. *中国肿瘤临床*, 2020, 47(1): 1–10.
  - [61] Weimann A, Braga M, Carli F, et al. ESPEN practical guideline: Clinical nutrition in surgery[J]. *Clin Nutr*, 2021, 40(7): 4745–4761.
  - [62] Muscaritoli M, Arends J, Bachmann P, et al. ESPEN practical guideline: Clinical Nutrition in cancer[J]. *Clin Nutr*, 2021, 40(5): 2898–2913.
  - [63] Reddy R M, Weir W B, Barnett S, et al. Increased variance in oral and gastric microbiome correlates with esophagectomy anastomotic leak[J]. *Ann Thorac Surg*, 2018, 105(3): 865–870.
  - [64] Yuda M, Yamashita K, Okamura A, et al. Influence of preoperative oropharyngeal microflora on the occurrence of postoperative pneumonia and survival in patients undergoing esophagectomy for esophageal cancer[J]. *Ann Surg*, 2020, 272(6): 1035–1043.
  - [65] Kelly R J, Ajani J A, Kuzdzal J, et al. Adjuvant Nivolumab in resected esophageal or gastroesophageal junction cancer[J]. *N Engl J Med*, 2021, 384(13): 1191–1203.
  - [66] GU Y, CHEN X, WANG D, et al. A study of neoadjuvant sintilimab combined with triplet chemotherapy of lipo-paclitaxel, cisplatin, and S-1 for resectable esophageal squamous cell carcinoma (ESCC)[J]. *Annals of Oncology*, 2020, 31(suppl\_6): S1287–S1318.
  - [67] LI C Q, ZHAO S G, ZHENG Y Y, et al. Preoperative pembrolizumab combined with chemoradiotherapy for oesophageal squamous cell carcinoma (PALACE-1)[J]. *Eur J Cancer*, 2021, 144(2021): 232–241.
  - [68] LI Z, LIU J, ZHANG M, et al. A phase II study of neoadjuvant immunotherapy combined with chemotherapy (camrelizumab plus albumin paclitaxel and carboplatin) in resectable thoracic esophageal squamous cell cancer (NICE study): interim results[J]. *Journal of Clinical Oncology*, 2021, 39(15\_suppl): 4060.
  - [69] van den Ende T, de Clercq N C, van Berge Henegouwen M I, et al. Neoadjuvant chemoradiotherapy combined with atezolizumab for resectable esophageal adenocarcinoma: a single-arm phase II Feasibility trial (PERFECT)[J]. *Clin Cancer Res*, 2021, 27(12): 3351–3359.
  - [70] YAN X L, DUAN H T, NI Y F, et al. Tislelizumab combined with chemotherapy as neoadjuvant therapy for surgically resectable esophageal cancer: a prospective, single-arm, phase II study (TD-NICE)[J]. *Int J Surg*, 2022. DOI: 10.1016/j.ijssu.2022.106680.
  - [71] Chouliaras K, Hochwald S, Kukar M. Robotic-assisted Ivor Lewis esophagectomy, a review of the technique[J]. *Updates Surg*, 2021, 73(3): 831–838.
  - [72] Egberts J H, Biehl M, Perez D R, et al. Robot-assisted oesophagectomy: recommendations towards a standardised Ivor Lewis procedure[J]. *J Gastrointest Surg*, 2019, 23(7): 1485–1492.
  - [73] Berkelmans G H K, Fransen L F C, Dolmans-Zwartjes A C P, et al. Direct oral feeding following minimally invasive esophagectomy (NUTRIENT II trial): an international, multicenter, open-label randomized controlled trial[J]. *Ann Surg*, 2020, 271(1): 41–47.
  - [74] Han-Geurts I J, Hop W C, Verhoef C, et al. Randomized clinical trial comparing feeding jejunostomy with nasoduodenal tube placement in patients undergoing oesophagectomy[J]. *Br J Surg*, 2007, 94(1): 31–35.
  - [75] LIAO M F, XIA Z H, HUANG P L, et al. Early enteral feeding on esophageal cancer patients after esophageal resection and reconstruction[J]. *Ann Palliat Med*, 2020, 9(3): 816–823.
  - [76] SUN H B, LI Y, LIU X B, et al. Early oral feeding following McKeown minimally invasive esophagectomy: an open-label, randomized, controlled, noninferiority trial[J]. *Ann Surg*, 2018, 267(3): 435–442.
  - [77] TAO Z, ZHANG Y, ZHU S J, et al. A prospective randomized trial comparing jejunostomy and nasogastric feeding in minimally invasive McKeown esophagectomy[J]. *J Gastrointest Surg*, 2020, 24(10): 2187–2196.
  - [78] Fabbì M, van Berge Henegouwen M I, Fumagalli Romario U, et al. End-to-side circular stapled versus side-to-side linear stapled intrathoracic esophagogastric anastomosis following minimally invasive Ivor-Lewis esophagectomy: comparison of short-term outcomes[J]. *Langenbecks Arch Surg*, 2022, 407(7): 2681–2692.
  - [79] Guerra F, Tribuzi A, Giuliani G, et al. Fully robotic side-to-side linear-stapled anastomosis during robotic Ivor Lewis esophagectomy[J]. *World J Surg*, 2023, 47(9): 2207–2212.
  - [80] Maas K W, Biere S S, Scheepers J J, et al. Minimally invasive intrathoracic anastomosis after Ivor Lewis esophagectomy for cancer: a review of transoral or transthoracic use of staplers[J]. *Surg Endosc*, 2012, 26(7): 1795–1802.
  - [81] Plat V D, Stam W T, Schoonmade L J, et al. Implementation of robot-assisted Ivor Lewis procedure: Robotic hand-sewn, linear or circular technique?[J]. *Am J Surg*, 2020, 220(1): 62–68.
  - [82] ZHANG H L, WANG Z H, ZHENG Y, et al. Robotic side-to-side and end-to-side stapled esophagogastric anastomosis of Ivor Lewis esophagectomy for cancer[J]. *World J Surg*, 2019, 43(12): 3074–3082.
  - [83] 中国医师协会食管外科专家委员会 . 微创食管癌切除术 (minimally invasive esophagectomy, MIE) 专家共识 [J]. *中华胸心血管外科杂志*, 2013, 29(7): 385–387.
  - [84] Japan Esophageal Society. Japanese Classification of Esophageal Cancer, 11th Edition: part I[J]. *Esophagus*, 2017, 14(1): 1–36.
  - [85] Rice T W, Ishwaran H, Ferguson M K, et al. Cancer of the esophagus and esophagogastric junction: an eighth edition staging primer[J]. *J Thorac Oncol*, 2017, 12(1): 36–42.
  - [86] Low D E, Kuppasamy M K, Alderson D, et al. Benchmarking complications associated with esophagectomy[J]. *Ann Surg*, 2019, 269(2): 291–298.
  - [87] Grimmering P P, Staibitz J I, Perez D, et al. Multicenter experience in robot-assisted minimally invasive esophagectomy—a comparison of hybrid



- and totally robot-assisted techniques[J]. *J Gastrointest Surg*, 2021, 25(10): 2463–2469.
- [88] Berth F, Mann C, Uzun E, et al. Technical details of the abdominal part during full robotic-assisted minimally invasive esophagectomy[J]. *Dis Esophagus*, 2020, 33(Supplement\_2): doaa084.
- [89] Egberts J H, Stein H, Aselmann H, et al. Fully robotic da Vinci Ivor-Lewis esophagectomy in four-arm technique-problems and solutions[J]. *Dis Esophagus*, 2017, 30(12): 1–9.
- [90] Cerfolio R J, Wei B, Hawn M T, et al. Robotic Esophagectomy for cancer: early results and lessons learned[J]. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*, 2016, 28(1): 160–169.
- [91] Egberts J H, Welsch T, Merboth F, et al. Robotic-assisted minimally invasive Ivor Lewis esophagectomy within the prospective multicenter German da Vinci Xi registry trial[J]. *Langenbecks Arch Surg*, 2022, 407(4): 1–11.
- [92] Kingma B F, Grimminger P P, van der Sluis P C, et al. Worldwide techniques and outcomes in robot-assisted minimally invasive esophagectomy (RAMIE): results from the multicenter international registry[J]. *Ann Surg*, 2022, 276(5): e386–e392.
- [93] Meredith K, Blinn P, Maramara T, et al. Comparative outcomes of minimally invasive and robotic-assisted esophagectomy[J]. *Surg Endosc*, 2020, 34(2): 814–820.
- [94] LIU Q X, MIN J X, DENG X F, et al. Is hand sewing comparable with stapling for anastomotic leakage after esophagectomy? A meta-analysis[J]. *World J Gastroenterol*, 2014, 20(45): 17218–17226.
- [95] Kamarajah S K, Bundred J R, Singh P, et al. Anastomotic techniques for oesophagectomy for malignancy: systematic review and network meta-analysis[J]. *BJS Open*, 2020, 4(4): 563–576.
- [96] HUANG Q Y, ZHONG J D, YANG T Z, et al. Impacts of anastomotic complications on the health-related quality of life after esophagectomy[J]. *J Surg Oncol*, 2015, 111(4): 365–370.
- [97] Scarpa M, Valente S, Alfieri R, et al. Systematic review of health-related quality of life after esophagectomy for esophageal cancer[J]. *World J Gastroenterol*, 2011, 17(42): 4660–4674.
- [98] Tagkalos E, van der Sluis P C, Uzun E, et al. The circular stapled esophagogastric anastomosis in esophagectomy: no differences in anastomotic insufficiency and stricture rates between the 25 mm and 28 mm circular stapler[J]. *J Gastrointest Surg*, 2021, 25(9): 2242–2249.
- [99] XU Z J, ZHUO Z G, SONG T N, et al. Pretreatment-assisted robot intrathoracic layered anastomosis: our exploration in Ivor-Lewis esophagectomy[J]. *Journal of thoracic disease*, 2021, 13(7): 4349–4359.
- [100] WANG W P, GAO Q, WANG K N, et al. A prospective randomized controlled trial of semi-mechanical versus hand-sewn or circular stapled esophagogastronomy for prevention of anastomotic stricture[J]. *World J Surg*, 2013, 37(5): 1043–1050.
- [101] Sami S S, Haboubi H N, Ang Y, et al. UK guidelines on oesophageal dilatation in clinical practice[J]. *Gut*, 2018, 67(6): 1000–1023.
- [102] LU Q, YAN H L, WANG Y L, et al. The role of endoscopic dilation and stents in refractory benign esophageal strictures: a retrospective analysis[J]. *BMC Gastroenterol*, 2019, 19(1): 95.
- [103] Agrawal A, Chaddha U, Kaul V, et al. Multidisciplinary management of chylothorax[J]. *Chest*, 2022, 162(6): 1402–1412.
- [104] Mboumi I W, Reddy S, Lidor A O. Complications after esophagectomy[J]. *Surg Clin North Am*, 2019, 99(3): 501–510.
- [105] Ekeke C N, Kuiper G M, Luketich J D, et al. Comparison of robotic-assisted minimally invasive esophagectomy versus minimally invasive esophagectomy: A propensity-matched study from a single high-volume institution[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2023, 166(2): 374–382.
- [106] DU Z S, LI X Y, LUO H S, et al. Preoperative Administration of Olive Oil Reduces Chylothorax After Minimally Invasive Esophagectomy[J]. *Ann Thorac Surg*, 2019, 107(5): 1540–1543.
- [107] GUO W, ZHAO Y P, JIANG Y G, et al. Prevention of postoperative chylothorax with thoracic duct ligation during video-assisted thoracoscopic esophagectomy for cancer[J]. *Surg Endosc*, 2012, 26(5): 1332–1336.
- [108] Crucitti P, Mangiameli G, Petitti T, et al. Does prophylactic ligation of the thoracic duct reduce chylothorax rates in patients undergoing oesophagectomy? A systematic review and meta-analysis[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2016, 50(6): 1019–1024.
- [109] LEI Y Y, FENG Y F, ZENG B, et al. Effect of prophylactic thoracic duct ligation in reducing the incidence of postoperative chylothorax during esophagectomy: a systematic review and meta-analysis[J]. *Thorac Cardiovasc Surg*, 2018, 66(5): 370–375.
- [110] Varshney V K, Suman S, Garg P K, et al. Management options for post-esophagectomy chylothorax[J]. *Surg Today*, 2021, 51(5): 678–685.
- [111] Booka E, Takeuchi H, Nishi T, et al. The impact of postoperative complications on survivals after esophagectomy for esophageal cancer[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2015, 94(33): e1369.
- [112] Tsunoda S, Obama K, Hisamori S, et al. Lower incidence of postoperative pulmonary complications following robot-assisted minimally invasive esophagectomy for esophageal cancer: propensity score-matched comparison to conventional minimally invasive esophagectomy[J]. *Ann Surg Oncol*, 2021, 28(2): 639–647.
- [113] ZHENG C, LI X K, ZHANG C, et al. Comparison of short-term clinical outcomes between robot-assisted minimally invasive esophagectomy and video-assisted minimally invasive esophagectomy: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Thorac Dis*, 2021, 13(2): 708–719.
- [114] Shiozaki A, Fujiwara H, Okamura H, et al. Risk factors for postoperative respiratory complications following esophageal cancer resection[J]. *Oncol Lett*, 2012, 3(4): 907–912.
- [115] Baker S, Waldrop M G, Swords J, et al. Timed stair-climbing as a surrogate marker for sarcopenia measurements in predicting surgical outcomes[J]. *J Gastrointest Surg*, 2019, 23(12): 2459–2465.
- [116] Reddy S, Contreras C M, Singletary B, et al. Timed stair climbing is the single strongest predictor of perioperative complications in patients undergoing abdominal surgery[J]. *J Am Coll Surg*, 2016, 222(4): 559–566.
- [117] 陈龙奇, 李小飞, 傅剑华. 食管鳞癌术后随访中国胸外科专家共识[J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2022, 29(02): 141–149.
- [118] Obermannová R, Alsina M, Cervantes A, et al. Oesophageal cancer: ESMO Clinical Practice Guideline for diagnosis, treatment and follow-up[J]. *Annals of Oncology : Official Journal of the European Society for Medical Oncology*, 2022, 33(10): 992–1004.
- [119] Shapiro J, van Lanschot J J B, Hulshof M, et al. Neoadjuvant chemoradiotherapy plus surgery versus surgery alone for oesophageal or junctional cancer (CROSS): long-term results of a randomised controlled trial[J]. *The Lancet Oncology*, 2015, 16(9): 1090–1098.
- [120] YANG H, LIU H, CHEN Y P, et al. Neoadjuvant chemoradiotherapy followed by surgery versus surgery alone for locally advanced squamous cell carcinoma of the esophagus (NEOCRTEC5010): a phase III multicenter, randomized, open-label clinical Trial[J]. *J Clin Oncol*, 2018, 36(27): 2796–2803.
- [121] NI W J, YANG J S, DENG W, et al. Patterns of recurrence after surgery and efficacy of salvage therapy after recurrence in patients with thoracic esophageal squamous cell carcinoma[J]. *BMC cancer*, 2020, 20(1): 144.
- [122] Rodríguez-Camacho E, Pita-Fernández S, Pértiga-Díaz S, et al. Characteristics and pattern of recurrence after curative surgery in oesophageal cancer[J]. *Revista española de enfermedades digestivas*, 2015, 107(9): 539–546.

收稿日期：2024-04-02

编辑：刘静凯