

## · 临床论著 ·

## 基于膜解剖理论的胸、腹腔镜联合食管癌根治术\*

王敬涛 高不郎 王国俊\*\* 李瑞欣 张云飞 丁恒轩

(郑州大学第一附属医院胃肠外科, 郑州 450022)

【摘要】 目的 探讨膜解剖理论应用于胸、腹腔镜联合食管癌根治术的可行性及临床意义。 方法 回顾性分析 2018 年 12 月 ~ 2021 年 10 月行基于膜解剖理论的胸、腹腔镜联合食管癌根治术 142 例资料。将食管系膜、食管癌以及食管系膜内的神经、血管、淋巴系统、脂肪组织、胃上部、胃左系膜、胃左淋巴结作为一个整体切除。术中可见食管周围含疏松结缔组织的间隙为食管筋膜融合间隙。前 10 例使用纳米炭示踪标记, 显示食管淋巴液引流至胃左淋巴结。 结果 142 例手术顺利, 手术时间 150 ~ 230 (184.6 ± 21.3) min, 术中出血量 20 ~ 100 (46.7 ± 16.8) ml, 清扫淋巴结 12 ~ 41 (23.5 ± 7.3) 枚, 97 例淋巴结阳性; 术后胸腔引流时间 3 ~ 10 (7.1 ± 2.5) d, 经口进流食时间 5 ~ 10 (7.6 ± 1.7) d, 总住院时间 9 ~ 20 (14.0 ± 4.6) d。术后并发症发生率 21.8% (31/142), 包括吻合口漏 7 例 (4.9%), 吻合口狭窄 9 例 (6.3%), 声音嘶哑 9 例 (6.3%), 残胃炎 6 例 (4.2%)。 结论 食管周围存在构成“信封”的系膜结构, 膜解剖理论适用于食管癌的治疗, 基于膜解剖理论的食管癌根治术安全、有效、可行。

【关键词】 食管肿瘤; 食管系膜; 胸腔镜手术; 腹腔镜手术; 膜解剖; 食管癌根治术

文献标识: A 文章编号: 1009 - 6604 (2024) 01 - 0001 - 06

doi: 10.3969/j.issn.1009 - 6604.2024.01.001

## Application of Thoracoscopy Combined With Laparoscopy for Radical Esophagectomy Based on Membrane Anatomy Theory

Wang Jingtao, Gao Bulang, Wang Guojun, et al. Department of Gastrointestinal Surgery, First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450022, China

Corresponding author: Wang Guojun, E-mail: fccwanggj@zzu.edu.cn

【Abstract】 **Objective** To investigate the feasibility and clinical significance of membrane anatomy theory in the application of thoracoscopic and laparoscopic radical esophageal resection. **Methods** A retrospective analysis was performed on 142 cases of thoracoscopic and laparoscopic radical esophagectomy based on membrane anatomy theory from December 2018 to October 2021. The esophageal mesangium, esophageal cancer, and nerves, blood vessels, lymphatic system, adipose tissue, upper stomach, left mesangium, and left gastric lymph nodes in the esophageal mesangium were removed as a whole. During the surgery, the space containing loose connective tissue around the esophagus was seen to be the esophageal fascial fusion space. The first 10 cases were labeled with nanocarbon tracer markers, showing esophageal lymphatic drainage to the left gastric lymph node. **Results** All the 142 patients had smooth surgery. The operation time was 150 - 230 min (mean, 184.6 ± 21.3 min), the intraoperative blood loss was 20 - 100 ml (mean, 46.7 ± 16.8 ml), the number of lymph nodes dissected was 12 - 41 (mean, 23.5 ± 7.3), and the positive lymph nodes were found in 97 cases. The postoperative chest drainage time was 3 - 10 d (mean, 7.1 ± 2.5 d), the postoperative oral intake time was 5 - 10 d (mean, 7.6 ± 1.7 d), and the total hospital stay was 9 - 20 d (mean, 14.0 ± 4.6 d). The total incidence of postoperative complications was 21.8% (31/142), including 7 cases (4.9%) of anastomotic leakage, 9 cases (6.3%) of anastomotic stenosis, 9 cases (6.3%) of hoarseness, and 6 cases (4.2%) of residual gastritis. There was no postoperative bleeding, chyloleakage, infection, or death within 30 d after surgery. The follow-ups of the 142 patients lasted for 11 - 35 months, with a

\* 基金项目: 河南省科学技术厅 2020 河南省重点研发与推广专项 (科技攻关) 研究 (202102310117); 河南省高等学校重点科研项目计划 (20B320029)

\*\* 通讯作者, E-mail: fccwanggj@zzu.edu.cn

median of 26 months, and there was no recurrence and death. “envelope” around the esophagus. The membrane anatomy theory is suitable for the treatment of esophageal cancer, and radical resection of esophageal cancer based on the theory is safe, effective, and feasible.

**【Key Words】** Esophageal tumor; Esophageal mesentery; Thorascopic surgery; Laparoscopic surgery; Membrane anatomy; Radical resection of esophageal cancer

食管癌在癌症致死原因中排第 6 位,预后较差,5 年生存率仅 10% ~ 30%<sup>[1,2]</sup>。与开放手术相比,胸、腹腔镜联合食管癌切除术出血少,切口感染率低,肺部并发症少,且不影响 5 年生存率<sup>[3-5]</sup>。食管旁和纵隔淋巴结必须彻底清扫,以降低淋巴结转移<sup>[6]</sup>。

在进行胃肠道恶性肿瘤根治术时,为了完全切除原发肿瘤及其淋巴和血管引流系统,要完整切除器官及其特有的系膜<sup>[7-10]</sup>。系膜内有神经、血管、区域淋巴引流系统,而肿瘤直接和间接侵犯都是沿着系膜进行的<sup>[10]</sup>。Heald 等<sup>[8]</sup>1982 年提出直肠全系膜切除 (total mesorectal excision, TME), Hohenberger 等<sup>[9]</sup>2009 年提出结肠癌完整系膜切除 (complete mesocolic excision, CME), 龚建平等<sup>[11-13]</sup>提出膜解剖理论和肿瘤的“第五转移”理论。膜解剖理论提出将肿瘤与周围的筋膜组织、血管、神经、淋巴结和淋巴管整体切除,完整地切除肿瘤和系膜就能完全阻止瘤细胞沿着系膜内的血管和淋巴系统播散。直肠癌 TME、结肠癌 CME 以及基于膜解剖理论的胃癌 D2 + CME 根治术均遵从这一原则,显著改善预后<sup>[7-9,14]</sup>。

食管系膜是指食管周围的结缔组织层,这一结缔组织层得到尸检和 MRI 的证实<sup>[15,16]</sup>。受启发于 TME、CME 和膜解剖理论,我们提出完整切除食管系膜的胸、腹腔镜联合食管癌根治术,彻底切除食管系膜及其内容物,将包括食管系膜、食管癌、淋巴结、神经、血管和脂肪组织在内的组织完整地切除。本研究回顾性分析 2018 年 12 月 ~ 2021 年 10 月 142 例手术资料,探讨膜解剖理论应用于食管癌根治术的可行性和安全性。前 10 例利用纳米炭示踪原理标记食管的淋巴引流途径,以促进相关淋巴结的辨别、清扫,彻底切除系膜组织及其引流淋巴结。

## 1 临床资料与方法

### 1.1 一般资料

纳入标准:①术前内镜食管肿瘤位于胸段食管

**Conclusions** There is a mesangial structure that constitutes an “envelope” around the esophagus. The membrane anatomy theory is suitable for the treatment of esophageal cancer, and radical resection of esophageal cancer based on the theory is safe, effective, and feasible.

(距离门齿 20 cm 至食管胃齿状线之间),活组织病理检查确诊为食管鳞癌,胸部及全腹 CT 平扫 + 增强等检查肿瘤未侵及气管、主动脉、肺静脉、心包等邻近重要器官组织,无远处器官转移;②手术顺利完成,术后病理证实为 R0 切除。

排除标准:①术前接受新辅助化疗或放疗;②探查见肿瘤广泛播散转移;③术后病理学资料不全。

本组 142 例,男 85 例 (59.9%),女 57 例 (40.1%)。年龄 49 ~ 89 (63.3 ± 14.2) 岁。体重 48 ~ 73 (63.1 ± 8.6) kg。吞咽不利 93 例,上消化道出血 31 例,胃食管反流症状 8 例,消瘦乏力 5 例,胸骨后不适 3 例,无症状体检发现 2 例。术前行内镜检查,肿瘤位于胸部食管上段 15 例 (10.6%),中段 73 例 (51.4%),下段 54 例 (38.0%),活检病理均为鳞状细胞癌。按照 AJCC 第八版食管癌 TNM 分期标准<sup>[17]</sup>,I 期 38 例 (26.8%),II 期 41 例 (28.9%),III 期 48 例 (33.8%),IVA 期 15 例 (10.6%)。合并高血压病 41 例,糖尿病 34 例,冠心病 28 例,慢性阻塞性肺疾病 21 例,围手术期合并症控制良好,术前 ASA 分级 I 级 94 例,II 级 46 例,III 级 2 例。

### 1.2 手术方法

双腔气管插管,静吸复合全麻。手术分胸腔、腹腔和颈部。前 10 例行食管上段黏膜下纳米炭注射以标记食管引流淋巴结。当肿瘤位于胸上段及中段时,先胸腔操作 (俯卧位),再腹腔操作 (仰卧位);当肿瘤位于胸下段时,亦可先腹腔操作,采用经裂孔途径进行食管游离。

胸腔操作:俯卧位,腋中线、腋后线之间第 6 肋间放置 10 mm trocar 作为观察孔,肩胛下第 8 肋间放置 12 mm trocar 作为主操作孔,肩胛线第 5 肋间放置 5 mm trocar 作为辅助操作孔。探查胸腔后将肺下压,暴露后纵隔,游离并用 Hem-o-lok 夹闭离断奇静脉弓。超声刀在食管表面切开后纵隔膜,离断迷走神经,在肿瘤下正常食管段游离小段食管,见大量白色疏松结缔组织,即进入食管固有筋膜、食管系

膜与周围结构膜间形成的融合间隙。丝带牵引食管,沿融合间隙平面继续上下游离食管,上至胸廓入口,下至膈肌脚,保持食管固有筋膜完整。将 2 ml 纳米炭溶液注射到食管上段黏膜下层,将食管系膜所包绕的淋巴结与食管周围脂肪组织一并完整游离切除(图 1)。解剖游离出左、右喉返神经,清扫左、右喉返神经淋巴结及腔静脉窝淋巴结。右侧胸腔放置 24 号胸管 1 根经观察孔引出。

腹腔操作:改仰卧位,五孔法<sup>[18]</sup>。保护胃网膜右血管弓,依次离断胃网膜左、胃左、胃后及胃短血管。依据膜解剖理论,将胃上部、胃左系膜及其内容物包括神经、血管、淋巴系统等与食管系膜结构同时完整切除<sup>[13]</sup>。肝胃间放置 22 号橡胶引流管 1 根经右侧辅助操作孔引出。

颈部操作:左颈部沿胸锁乳突肌前缘做斜切口长约 5 cm,丝带提拉食管,于预吻合处离断食管。将胸段食管及胃拉出腹腔外,行管状胃成形后,丝带牵引管胃经腹腔至颈部与食管近端做端端吻合。依次缝合各切口。

当胸、腹腔引流液颜色为淡红色或淡黄色且引流量  $< 50$  ml/d 后拔管,术后第 5 ~ 7 日行上消化道造影确认吻合口无漏出及狭窄后,开始流质饮食,观察 2 日无不适可拆线出院。术后辅助治疗参考 2018 年《食管癌诊疗规范》<sup>[19]</sup>,术后每 3 个月复查一次,随访时间截至 2022 年 10 月。

## 2 结果

前 10 例纳米炭标记,胃左系膜内的胃左淋巴结纳米炭染色(图 1B),将食管、胃上部、胃左系膜以及周围淋巴结组织一并完整切除(图 1C)。切除淋巴结大体及病理检查(图 2),10 例均显示胃左淋巴结染色(图 2A、D),而腹腔干淋巴结没有染色(图 2B、E),气管隆突下淋巴结注射纳米炭之前就显示黑染(图 2C、F)。

142 例游离食管过程中全程可见疏松结缔组织组成的筋膜融合间隙,食管系膜从胸部食管上段延伸 to 胃底部并与胃左系膜相连(图 1D、E),以食管系膜融合间隙为外科平面进行胸部操作。无中转开胸或开腹,食管系膜以及食管系膜内容物包括食管癌、食管淋巴结、神经、血管和脂肪组织、胃上部、胃左系膜及其内的淋巴结、神经血管、脂肪组织均作为

一个整体切除。手术时间  $150 \sim 230(184.6 \pm 21.3)$  min,术中出血量  $20 \sim 100(46.7 \pm 16.8)$  ml,清扫淋巴结  $12 \sim 41(23.5 \pm 7.3)$  枚,其中 97 例淋巴结转移阳性。术后胸腔引流时间  $3 \sim 10(7.1 \pm 2.5)$  d,经口进流食时间  $5 \sim 10(7.6 \pm 1.7)$  d,总住院时间  $9 \sim 20(14.0 \pm 4.6)$  d。

术后并发症发生率 21.8% (31/142),包括吻合口漏 7 例(4.9%) (放置肠内营养管及漏口引流减压管 1 ~ 2 周,复查上消化道造影显示吻合口漏愈合),吻合口狭窄 9 例(6.3%) (经球囊扩张可正常饮食),声音嘶哑 9 例(6.3%) (保守治疗后症状消失),残胃炎 6 例(4.2%) (保守治疗后症状消失)。无术后出血、乳糜漏、感染或术后 30 d 内死亡。

142 例随访 11 ~ 35 个月,中位数 26 个月,无死亡,CT 及上消化道造影检查(必要时胃镜)提示无复发。

## 3 讨论

根治性手术是可切除食管癌治愈的重要环节,与开放手术相比,腔镜食管癌根治性手术出血量、切口感染率、局部复发率等均显著降低<sup>[20,21]</sup>。尽量减少或避免癌残留的同时进行完整的淋巴结清扫是手术的关键。本团队从胃肠道手术 TME、CME 理念和膜解剖理论中得到启发,将膜解剖理论应用于胸、腹腔镜联合食管癌根治术。我们观察到:经胸途径或经裂孔途径进行食管游离时,食管外膜与周围相邻结构之间,有一仅含白色疏松结缔组织的间隙(图 1D、E),与直肠 TME 手术中,进入“神圣平面”时所见的“天使发丝”结构相似<sup>[22]</sup>,沿此平面可上下游离整段食管,上至颈部,下至食管裂孔,且当采用经裂孔途径时,这一层面更容易进入。

复习食管的解剖结构和胚胎发育过程,此间隙应为食管外膜(食管的固有筋膜)与周围组织表面的浆膜(如心包、壁层胸膜等)相贴形成的仅由疏松结缔组织构成的融合间隙,此处的食管外膜与直肠固有筋膜类似。从胚胎发育学角度,食管和胃均由前肠器官发育而来,应存在共同系膜<sup>[23]</sup>。Hwang 等<sup>[23]</sup>研究 10 个胚胎和 9 个胎儿食管组织切片,观察到食管存在系膜结构,胚胎期前 18 周可见存在于食管与主动脉之间,随着胚胎继续发育,食管系膜在胎儿出生后可能与周围组织融合或消失。Cuesta



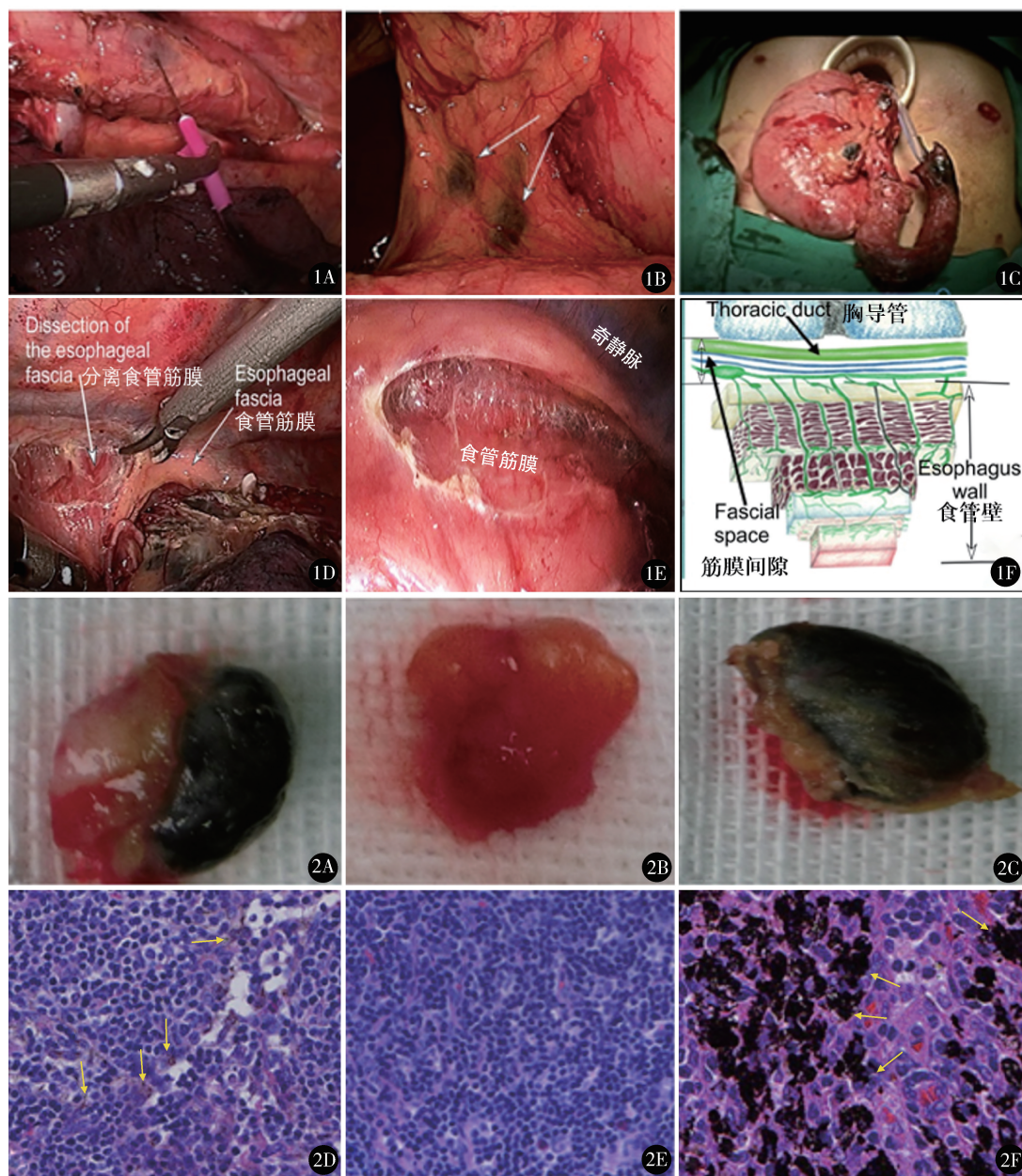


图1 基于膜解剖理论的胸、腹腔镜联合食管癌根治术,镜下游离食管,注射纳米炭,观察并清扫淋巴结:A. 胸腔镜下游离食管及其系膜后,将纳米炭注射到食管上段黏膜下;B. 胃左淋巴结着色;C. 游离分割胃左系膜后,将食管、食管系膜、胃上部、胃左系膜及其系膜内的淋巴结作为一个整体切除;D. 经胸途径见食管筋膜融合间隙,食管筋膜覆盖于食管之上,像“天使发丝”一样;E. 食管筋膜覆盖于食管和旁边的胸导管;F. 食管筋膜间隙结构图(团队手绘),食管筋膜融合间隙被食管周围,其内有胸导管通过 图2 淋巴结染色情况:A~C. 淋巴结大体标本,胃左淋巴结(A)纳米炭染色,腹腔干淋巴结(B)未染色,气管隆突下淋巴结在纳米炭注射前就显示天然黑染(C);D~F. 淋巴结病理切片检查(HE染色×200),胃左淋巴结(D)可见纳米炭染色,表现为淋巴细胞核外黑色纳米炭沉积深染,染色均匀,腹腔干淋巴结(E)未染色,气管隆突下淋巴结(F)有黑色物质沉积,与纳米炭不同,其黑染呈较大的片块状,且占据细胞位置

等<sup>[24]</sup>观察到食管与降主动脉之间存在双层膜结构,即食管系膜。基于以上理论,结合临床实践,我们认为食管周围存在系膜,术中所见间隙为食管系膜、固有筋膜与周围组织浆膜相贴,在发育过程中发生退化和融合,由少量疏松结缔组织连接形成的融合间

隙,可将这一间隙理解为食管“神圣平面”。

Matsubara<sup>[25]</sup>、Tachimori<sup>[10]</sup>、李卓毅<sup>[26]</sup>等对食管系膜进行研究,但相关报道较少,食管癌手术层面外科解剖理念也未被重视。龚建平提出膜解剖理论<sup>[12]</sup>和肿瘤“第五转移”理论<sup>[11]</sup>,将消化道外周的

系膜与筋膜结构视为“信封”结构,提倡将肿瘤连同系膜结缔组织、血管、神经、淋巴结等结构整体切除,减少系膜内癌转移的几率。我们术中严格按照所见的融合间隙,即食管“神圣平面”,对食管进行游离,完整切除食管肿瘤与周围的筋膜组织、淋巴结等,将膜解剖理论成功应用于食管癌手术。本组 142 例基于膜解剖的胸、腹腔镜联合食管癌根治术,出血量仅( $46.7 \pm 16.8$ ) ml,手术时间仅( $184.6 \pm 21.3$ ) min,这得益于以下因素:①本组胸腔手术均取俯卧位,更有利于暴露胸段食管,便于食管游离,且在融合间隙进行操作,可明显加快胸腔部分的操作速度,在一定程度上缩短手术时间(俯卧位游离结束更换仰卧位,体位更换时间约 15 min)。②由于融合间隙内几乎无血管穿过,故术中出血量少。淋巴结清扫策略依据膜解剖理论,强调系膜内淋巴结与其他“信封”内结构作为整体一起切除。本组总并发症发生率为 21.8%,多为吻合口相关并发症,无乳糜漏、术后出血。

纳米炭的直径介于淋巴管和毛细血管的直径之间,将纳米炭注入食管上段黏膜下层时,这些纳米炭微粒只会进入淋巴引流管内,而不会进入毛细血管内<sup>[27,28]</sup>。纳米炭这种特性使其用于标记淋巴引流系统,无副作用,在临床和基础研究中,常用纳米炭标记示踪甲状腺癌、乳腺癌、结直肠癌和动物实验中的纵隔淋巴结<sup>[29~32]</sup>。本组前 10 例我们使用纳米炭对食管引流淋巴进行示踪标记,显示胃左淋巴结被纳米炭染色,说明胸段食管淋巴引流到胃左系膜内的胃左淋巴结,这也就是所谓的“远距离转移”和“跳跃式转移”的原因<sup>[32]</sup>;而腹腔干淋巴结未见染色,说明腹腔干淋巴结位于食管系膜之外。这样,在进行食管癌根治切除术时,胃上部 and 胃左系膜及其内的胃左淋巴结也应一并切除,以减少淋巴转移和癌残留;而腹腔干淋巴结则无需清扫。

综上,我们认为,食管周围存在可构成“信封”的膜结构(图 1F),膜解剖理论可以应用于食管癌手术。基于膜解剖理论的胸、腹腔镜联合食管癌根治术可靠、安全,并具有以下优势:①在融合间隙平面进行手术操作,术中出血少;②保持食管“信封”结构完整,将肿瘤连同“信封”内筋膜组织、血管、神经、淋巴结与淋巴管等整体切除,减少癌残留、转移、复发的风险;③将胃上部、胃左系膜及其内容物包括

神经、血管、淋巴系统等与食管系膜结构同时完整切除,减少癌细胞转移和残留;④减少对重要结构的损伤。但本研究随访时间较短,且缺乏对照组,有待大规模的前瞻性临床研究验证这些结论。

## 参考文献

- 1 Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global cancer statistics 2020: Globocan estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin*, 2021, 71(3): 209 – 249.
- 2 Morgan E, Soerjomataram I, Rungay H, et al. The global landscape of esophageal squamous cell carcinoma and esophageal adenocarcinoma incidence and mortality in 2020 and projections to 2040: new estimates from globocan 2020. *Gastroenterology*, 2022, 163(3): 649 – 658. e642.
- 3 Merritt RE, Kneuert PJ, D'Souza DM, et al. Total laparoscopic and thorascopic Ivor Lewis esophagectomy after neoadjuvant chemoradiation with minimal overall and anastomotic complications. *J Cardiothorac Surg*, 2019, 14(1): 123.
- 4 Booka E, Takeuchi H, Kikuchi H, et al. Recent advances in thorascopic esophagectomy for esophageal cancer. *Asian J Endosc Surg*, 2019, 12(1): 19 – 29.
- 5 郑晓东, 张卫民, 侯建彬, 等. 电视胸腔镜食管癌切除术围术期并发症分析及预防. *中国微创外科杂志*, 2019, 19(6): 526 – 530.
- 6 杨智, 杨力涛, 贾永, 等. 微创食管癌手术“镂空法”清扫双侧喉返神经链旁淋巴结 39 例. *中国微创外科杂志*, 2019, 19(1): 81 – 83.
- 7 Heald RJ. Total mesorectal excision is optimal surgery for rectal cancer: a Scandinavian consensus. *Br J Surg*, 1995, 82(10): 1297 – 1299.
- 8 Heald RJ, Husband EM, Ryall RD. The mesorectum in rectal cancer surgery: the clue to pelvic recurrence? *Br J Surg*, 1982, 69(10): 613 – 616.
- 9 Hohenberger W, Weber K, Matzel K, et al. Standardized surgery for colonic cancer: complete mesocolic excision and central ligation: technical notes and outcome. *Colorectal Dis*, 2009, 11(4): 354 – 364.
- 10 Tachimori Y. Total mesoesophageal esophagectomy. *Chin Med J (Engl)*, 2014, 127(3): 574 – 579.
- 11 龚建平. 胃癌第五转移途径与根治术第三原理. *中华胃肠外科杂志*, 2013, 16(2): 109 – 110.
- 12 谢大兴, 申杰, 孟伟健, 等. 膜解剖理论在胃癌根治术领域的发展历程. *中华胃肠外科杂志*, 2023, 26(7): 707 – 712.
- 13 龚建平. 膜解剖的兴起与混淆. *中华胃肠外科杂志*, 2019, 22(5): 401 – 405.
- 14 刘惠滨, 邱仙土, 郑长悦, 等. 基于膜解剖的胃后间隙入路在全腹腔镜近端胃切除双通道吻合术中的应用. *中国微创外科杂志*,

- 2023, 23 (9) : 709 – 714.
- 15 Cuesta MA. Minimally invasive mesoesophageal resection. *J Thorac Dis*, 2019, 11 ( Suppl 5 ) : S728 – S734.
- 16 Weijs TJ, Goense L, van Rossum PSN, et al. The peri-esophageal connective tissue layers and related compartments: visualization by histology and magnetic resonance imaging. *J Anat*, 2017, 230 ( 2 ) : 262 – 271.
- 17 Escrig Sos J, Gomez Quiles L, Maiocchi K. The 8th edition of the AJCC-TNM classification: new contributions to the staging of esophagogastric junction cancer. *Cir Esp*, 2019, 97 ( 8 ) : 432 – 437.
- 18 魏 鑫, 千 雷. 完全腹腔镜与腹腔镜辅助胃癌根治术的近期临床疗效对比. *临床普外科电子杂志*, 2023, 11 ( 1 ) : 33 – 36.
- 19 国家卫生健康委员会. 食管癌诊疗规范 ( 2018 年版 ). *中华消化病与影像杂志 ( 电子版 )*, 2019, 9 ( 4 ) : 158 – 192.
- 20 王 欣, 韦 植. 食管癌微创手术治疗的临床研究进展. *微创医学*, 2020, 15 ( 2 ) : 129 – 133.
- 21 van der Sluis PC, Schizas D, Liakakos T, et al. Minimally invasive esophagectomy. *Dig Surg*, 2020, 37 ( 2 ) : 93 – 100.
- 22 Heald RJ. The “ holy plane ” of rectal surgery. *J R Soc Med*, 1988, 81 ( 9 ) : 503 – 508.
- 23 Hwang SE, Kim JH, Bae SI, et al. Mesoesophagus and other fascial structures of the abdominal and lower thoracic esophagus: a histological study using human embryos and fetuses. *Anat Cell Biol*, 2014, 47 ( 4 ) : 227 – 235.
- 24 Cuesta MA, Weijs TJ, Bleys RL, et al. A new concept of the anatomy of the thoracic oesophagus: the meso-oesophagus. Observational study during thoracoscopic esophagectomy. *Surg Endosc*, 2015, 29 ( 9 ) : 2576 – 2582.
- 25 Matsubara T, Ueda M, Nagao N, et al. Cervicothoracic approach for total mesoesophageal dissection in cancer of the thoracic esophagus. *J Am Coll Surg*, 1998, 187 ( 3 ) : 238 – 245.
- 26 李卓毅, 傅俊惠, 郑春鹏, 等. 胸、腹腔镜下食管全系膜切除在食管癌根治术中的临床意义. *中国基层医药*, 2017, 24 ( 2 ) : 181 – 184.
- 27 Lisik K, Krokosz A. Application of carbon nanoparticles in oncology and regenerative medicine. *Int J Mol Sci*, 2021, ( 15 ) : 8341.
- 28 李 沈, 李子禹, 李双喜, 等. 纳米炭淋巴结示踪技术在术前放疗食管胃结合部腺癌根治术中的应用价值. *中华消化外科杂志*, 2019, 18 ( 8 ) : 780 – 784.
- 29 Liu BR, Ahmed MR, He D, et al. Endoscopic mediastinal lymph node identification and resection using carbon nanoparticles in a porcine model. *Gastroenterology*, 2019, 156 ( 5 ) : 1250 – 1252. e1.
- 30 Hosseini SM, Mohammadnejad J, Najafi-Taher R, et al. Multifunctional carbon-based nanoparticles: theranostic applications in cancer therapy and diagnosis. *ACS Appl Bio Mater*, 2023, 6 ( 4 ) : 1323 – 1338.
- 31 Liu P, Tan J, Tan Q, et al. Application of carbon nanoparticles in tracing lymph nodes and locating tumors in colorectal cancer: a concise review. *Int J Nanomedicine*, 2020, 15 : 9671 – 9681.
- 32 朱旭华, 蔡茂明. 胸段食管癌微创根治术后胃左动脉旁淋巴结转移危险因素分析. *现代医学*, 2021, 49 ( 8 ) : 945 – 949.

( 收稿日期: 2023 – 06 – 26 )

( 修回日期: 2023 – 11 – 22 )

( 责任编辑: 王惠群 )