

腹腔镜胃癌手术操作指南(2023 版)

中华医学会外科学分会腹腔镜与内镜外科学组 中国研究型医院学会机器人与腹腔镜外科专业委员会 中国抗癌协会腔镜与机器人外科分会 中国医学装备协会腔镜与微创技术分会

通信作者:郑民华,上海交通大学医学院附属瑞金医院普通外科 胃肠外科 上海市微创外科临床医学中心,上海 200025, Email:zmhtiger@yeah.net;余佩武,陆军军医大学第一附属医院普通外科,重庆 400038, Email:yupeiwu01@sina.com

【摘要】 以腹腔镜技术为代表的微创外科技术是目前胃癌外科治疗的重要手段。随着近年越来越多高质量临床研究的开展和结果公布,腹腔镜技术在胃癌手术治疗的适应证得到了更多的循证医学支持,并在新辅助治疗患者、晚期胃癌转化治疗患者等多个方面进行了积极探索。此外,腹腔镜胃癌外科亦在淋巴结清扫及手术切除范围、全腹腔镜手术、保留幽门的胃切除、近端胃切除的消化道重建、淋巴结示踪等多方面具有较大进展。基于《腹腔镜胃癌手术操作指南(2016 版)》,结合近年研究热点及高等级循证医学成果,以临床证据为基础,以临床问题为导向,再次修订更新形成《腹腔镜胃癌手术操作指南(2023 版)》。

【关键词】 胃肿瘤; 腹腔镜; 全腹腔镜; 消化道重建

基金项目:国家自然科学基金(82072614);上海市申康医院发展中心促进市级医院临床技能与临床创新三年行动计划(SHDC2020CR3034B);上海市临床重点专科建设项目(shslczdzk00102)

Guideline for laparoscopic gastrectomy for gastric cancer (2023 edition)

Chinese Society of Laparoscopic and Endoscopic Surgery, Chinese Surgical Society, Chinese Medical Association; Robotic and Laparoscopic Surgery Committee of Chinese Research Hospital Association; Endoscopic and Robotic Surgical Society, China Anti-Cancer Association; Endoscopy and Minimally Invasive Technology Society, China Association of Medical Equipment

Corresponding authors: Zheng Minhua, Department of General Surgery and Gastrointestinal Surgery, Ruijin Hospital, Shanghai Jiaotong University School of Medicine, Shanghai Minimal Invasive Surgery Center, Shanghai 200025, China, Email: zmhtiger@yeah.net; Yu Peiwu, Department of General Surgery, the First Affiliated Hospital of Army Medical University, Chongqing 400038, China, Email: yupeiwu01@sina.com

【Abstract】 Minimally invasive surgical techniques, represented by laparoscopic techniques, are currently an important tool in the surgical treatment of gastric cancer. With the development of more and more high-quality clinical research and the publication of results in recent years, the indications for laparoscopic techniques in the surgical treatment of gastric cancer have received more evidence-based medical support and have been actively explored in many aspects, such as patients receiving neoadjuvant treatment and patients with advanced gastric cancer receiving translational treatment. In addition, laparoscopic gastric cancer surgery has made great progress in lymph node dissection and surgical resection scale, total laparoscopic surgery, pylorus-preserving gastrectomy, gastrointestinal reconstruction after proximal gastrectomy, and lymph node tracing. Based

DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20230317-00113

收稿日期 2023-03-17

引用本文:中华医学会外科学分会腹腔镜与内镜外科学组,中国研究型医院学会机器人与腹腔镜外科专业委员会,中国抗癌协会腔镜与机器人外科分会,等.腹腔镜胃癌手术操作指南(2023 版)[J].中华消化外科杂志,2023,22(4):425-436. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20230317-00113.



on the *Guideline for Laparoscopic Gastrectomy for Gastric Cancer (2016 Edition)*, and combined with recent research hotspots and high-grade evidence-based medical results, the *Guideline for Laparoscopic Gastrectomy for Gastric Cancer (2023 Edition)* is revised and updated based on clinical evidence and oriented to clinical problems.

【Key words】 Stomach neoplasms; Laparoscopy; Total laparoscopy; Digestive reconstruction

Fund programs: National Natural Science Foundation of China (82072614); Three-year Clinical Research Project of Shanghai Shenkang Hospital Development Center (SHDC 2020CR3034B); Shanghai Municipal Key Clinical Specialty (shslczdzk00102)

以腹腔镜技术为代表的微创外科技术是目前胃癌外科治疗的重要手段。《腹腔镜胃癌手术操作指南(2007版)》于2007年首次发表,有力推动了我国腹腔镜胃癌根治手术的技术普及与发展。随着腹腔镜相关器械设备与手术技术的不断发展与进步,2016年中华医学会外科学分会腹腔镜与内镜外科学组和中国研究型医院学会机器人与腹腔镜外科专业委员会组织相关专家,对手术适应证、手术入路、淋巴结清扫范围及消化道重建方面内容进行更新,进一步规范腹腔镜技术在胃癌根治手术中的应用。近年来,国内外特别是我国在腹腔镜胃癌根治术的手术技术和循证医学方面均有巨大发展,高质量临床研究相继开展,相关证据陆续发表。为顺应学科发展与临床实践的需求,中华医学会外科学分会腹腔镜与内镜外科学组联合国内相关学术组织,组织国内相关领域专家,就腹腔镜胃癌根治术的适应证与禁忌证、手术设备与器械选择、手术基本原则及手术方式等方面,以临床证据为基础、临床问题为导向,再次修订更新形成《腹腔镜胃癌手术操作指南(2023版)》(以下简称指南)。

该指南依据 MeSH 的标准术语,检索 2016 年 1 月至 2023 年 1 月 Medline、Embase、中国科学引文数据库等数据库中相关文献并进行筛选,筛除低质量研究、评论、社论、病例报道等。该指南设立证据评价小组,运用相应评价工具或量表对纳入的临床研究、系统综述、Meta 分析等证据进行偏倚风险评价。根据临床相关问题,编审委员会进行整理并得到推荐意见,经由参与指南撰写专家组讨论投票,得到相应推荐强度。本指南证据等级评价标准依据牛津大学循证医学中心推荐证据等级(表 1)。

一、腹腔镜手术适应证

(一)腹腔镜早期胃癌手术适应证

韩国 KLASS-01 研究主要对比胃体中下部 I 期胃癌(cT1N0M0、cT1N1M0、cT2N0M0)行腹腔镜远端胃切除术和开腹远端胃切除术的疗效。腹腔镜远端胃切除术组患者 5 年总生存率为 94.2%,开腹

表 1 牛津大学循证医学中心推荐证据等级标准

Table 1 Grading of evidence-based medical evidences standard of University of Oxford

证据级别	定义
I	Ia 多个随机对照试验的系统评价
	Ib 单个随机对照试验
	Ic 全或无的病例系列报告
II	IIa 队列研究的系统评价
	IIb 队列研究或较差的随机对照研究
	IIc 结果研究或生态学研究
III	IIIa 病例对照研究的系统评价
	IIIb 病例对照研究
IV	IV 单个病例系列研究
V	V 基于生理学、实验室研究、专家意见

远端胃切除术组为 93.3%,两组比较,差异无统计学意义,且腹腔镜手术组患者较开腹手术组患者的总体并发症发生率显著降低^[1-2]。日本 JCOG0703 研究和 JCOG0912 研究同样显示:行腹腔镜远端胃切除术的 I 期胃癌患者 5 年无病生存率和 5 年总生存率与开腹远端胃切除术患者相当,取得相似的肿瘤学疗效。这证实了腹腔镜远端胃切除术对于早期胃癌的安全性^[3-4]。基于此,目前腹腔镜远端胃癌根治术已成为术前临床分期 I 期胃癌患者的常规性治疗手段之一^[5]。

推荐意见 1:腹腔镜技术适用于术前分期为 I 期的中下部胃癌患者的根治性手术治疗(证据级别: Ia,推荐强度:A)。

日本 JCOG1401 研究为针对早期胃癌的腹腔镜全胃切除术和近端胃切除术的单臂研究,结果显示:腹腔镜全胃切除术和近端胃切除术的 II~IV 级吻合口漏发生率、III~IV 级并发症发生率均与同期报道的开腹手术数据相当,无治疗相关死亡病例,提示腹腔镜全胃切除术和近端胃切除术的安全性较好^[6]。韩国 KLASS-03 研究则为针对腹腔镜全胃切除术的单臂研究,术后并发症发生率及 III~IV 级并发症发生率同样与同期开腹手术报道的数据无

显著差异^[7]。我国 CLASS02 研究则对比了 I 期胃癌患者行腹腔镜全胃切除术或传统开腹全胃切除术的临床疗效,腹腔镜组患者术中并发症发生率为 2.9%,术后并发症发生率为 18.1%,开腹组患者术中并发症发生率为 3.7%,术后并发症发生率为 17.4%,两组总并发症发生率和死亡率比较,差异均无统计学意义,证实了腹腔镜全胃切除术对于早期胃癌的安全性^[8]。但目前对于腹腔镜全胃切除术和近端胃切除术尚缺乏远期预后数据,且对于食管胃结合部癌的报道相对较少,因此,仍推荐具有丰富腹腔镜手术经验的医师开展腹腔镜全胃切除术。

推荐意见 2:腹腔镜技术适用于术前分期为 I 期的中上部胃癌患者的根治性手术治疗(证据级别: IIa,推荐强度:A)。

(二)腹腔镜局部进展期胃癌手术适应证

对于局部进展期胃癌是否可行腹腔镜远端胃癌根治术,目前已有较多相关研究进行验证^[9-14]。我国 CLASS-01 研究对比局部进展期胃癌患者行腹腔镜远端胃切除术或开腹远端胃切除术的前期结果显示:腹腔镜远端胃癌根治术技术层面可行,且与传统开腹手术比较,腹腔镜组患者术后恢复更快,术中出血量更少^[11]。2022 年,该研究公布了入组患者的 5 年随访数据,腹腔镜组患者 5 年总生存率为 72.6%,开腹组为 76.3%,两组各肿瘤分期患者的总生存率比较,差异无统计学意义^[10]。KLASS-02 研究同样对比腹腔镜远端胃癌根治术与开腹远端胃癌根治术的结果显示:腹腔镜远端胃切除术组患者 3 年无进展生存率非劣于开腹手术组,且腹腔镜远端胃切除术组早期和晚期并发症发生率均低于开腹手术组^[9]。与上述 2 项研究类似,日本 JLSSG0901 研究同样证实了腹腔镜手术在预后方面的非劣效性^[15-16]。对于局部进展期的中上部胃癌,目前尚缺乏有说服力的高等级临床研究。荷兰 1 项多中心 RCT LOGICA 研究纳入 227 例 cT1~4a N0~3M0 期胃癌患者,其中 102 例为中上部胃癌,结果显示:腹腔镜与开腹组患者 3 年预后无显著差异,且腹腔镜组患者术中出血量更少^[17]。目前,CLASS-07、KLASS-06 等针对局部进展期中上部胃癌的研究正在进行中。综合相关研究成果,对于局部进展期胃癌,由具有丰富经验的医师实施腹腔镜远端胃癌根治术安全、有效。但对于中上部胃癌患者,腹腔镜手术的安全性和有效性仍有待后续研究提供支持。

推荐意见 3:腹腔镜技术适用于术前分期为 II、III 期(cT1~4aN1~3M0 期)的中下部胃癌,且能达到

远端胃癌 D₂根治术者(证据级别: Ia,推荐强度:A),对于 II、III 期(cT1~4aN1~3M0 期)的中上部胃癌,推荐在有丰富腹腔镜经验的医学中心开展腹腔镜根治性全胃切除术(证据级别: IIa,推荐强度:A)。

CLASS-03 研究是 1 项针对接受新辅助治疗后行腹腔镜远端胃癌根治术的 RCT,前期结果显示:腹腔镜组患者术后并发症发生率显著低于开腹组(20% 比 46%),且具有更少的术后疼痛和更高的术后辅助治疗完成率及耐受性^[18]。其长期预后结果仍有待后续公布。Li 等^[18]的单中心前瞻性研究共纳入 95 例局部进展期患者,结果显示:腹腔镜组具有更好的术后安全性和更高的辅助化疗依从性。Xing 等^[19]分析了新辅助治疗后全腹腔镜远端胃癌根治术及全腹腔镜全胃切除术,结果显示:与腹腔镜辅助手术组比较,腹腔镜手术组在术后并发症发生率方面差异无统计学意义,但在术后胃肠功能恢复、切口长度、术后住院时间方面具有一定优势。

对于新辅助治疗后行腹腔镜手术患者的远期预后,目前仍缺乏高等级循证医学证据。STOMACH 研究为针对西方人群的多中心 RCT,结果显示:腹腔镜组在手术标本根治质量方面非劣于开腹组,但其预后指标仅为术后 1 年生存率,虽未显示出预后差异,但证据力度不足^[20]。Wang 等^[21]回顾性分析 270 例新辅助治疗患者的 5 年随访情况,结果显示:腹腔镜组与开腹组患者远期预后无显著性差异。Fujisaki 等^[22]的回顾性研究结果显示:腹腔镜手术与开腹手术比较,可显著减少术中出血量和缩短住院时间,且具有与开腹手术相似的远期预后。结合已有证据,腹腔镜手术应用于新辅助治疗后胃癌患者具有前景,但目前高质量的前瞻对照研究(如 CLASS-03 等)尚未公布远期预后结果,故仍有待更多高等级循证医学证据在远期预后方面进行探索和验证。

推荐意见 4:对于新辅助治疗后经评估可行 R₀ 切除的胃癌患者,推荐在有丰富腹腔镜经验的中心开展腹腔镜手术(证据级别: IIb,推荐强度:B)。

(三)腹腔镜晚期胃癌的姑息与诊断性腹腔镜手术适应证

关于能否应用腹腔镜实施晚期胃癌手术的研究相对较少,已有的报道显示:腹腔镜手术的短期疗效与开腹手术比较,具有术中出血量少、术后恢复快等优势,并且两者具有相似的远期预后^[23-24]。对于初始不可切除且伴有幽门梗阻症状的局部进展期胃癌,腹腔镜短路手术具有恢复快、损伤小等

优势,并可在术后通过辅助治疗而获得再次手术根治性切除的机会^[25-26]。目前,转化治疗后手术切除仍处于探索阶段,其预后获益尚不明确,且缺乏前瞻性、大样本、高等级的循证医学证据支持,其中关于腹腔镜手术的证据更加缺乏。因此,对于腹腔镜在相关领域的应用尚有待更多临床研究进行验证。

推荐意见 5:腹腔镜可适用于晚期胃癌的短路手术(证据级别:IV,推荐强度:A)。

传统的影像学检查难以发现腹腔内隐匿性病灶或腹膜转移性病灶,对于此类患者盲目进行不必要的手术对预后有一定的不良影响。Nakagawa等^[27]对100例局部进展期胃癌患者实施诊断性腹腔镜手术,其中47%的患者经探查后分期发生变化,且有22例避免了不必要的手术。已有的研究结果显示:诊断性腹腔镜手术可有效发现局部进展期胃癌的腹膜转移^[28-29]。综合相关结果,诊断性腹腔镜手术可用于检测术前影像学中观察到的cT3期和(或)N+期患者的影像学隐匿性转移性病灶,可提高胃癌患者腹腔内隐匿性转移和腹膜转移的检出率,对于提高分期的精准度有一定价值^[30-31]。

推荐意见 6:诊断性腹腔镜手术应常规应用于胃癌患者,包括未经术前治疗而考虑手术切除的胃癌患者,或作为拟行术前治疗胃癌患者的基线检查,以明确分期及转移情况(证据级别:III,推荐强度:A)。

二、腹腔镜胃癌手术方式与种类

(一)手术方式

1.全腹腔镜胃癌根治术:胃切除、淋巴结清扫、消化道重建均在腹腔镜下完成,技术要求较高^[32-36]。

2.小切口辅助腹腔镜胃癌根治术:又称腹腔镜辅助手术,胃游离、淋巴结清扫在腹腔镜下完成,胃切除或消化道重建经腹壁小切口辅助完成,是目前应用最多的手术方式。

目前手辅助腹腔镜胃癌根治术已较少实施,相比上述手术方式并未体现出优势,不作推荐^[37-38]。

(二)手术种类

(1)腹腔镜远端胃切除术。(2)腹腔镜全胃切除术。(3)腹腔镜近端胃切除术。(4)腹腔镜保留幽门胃大部切除术。(5)腹腔镜节段胃切除术(segmental gastrectomy, SG)。(6)腹腔镜胃局部切除术。(7)腹腔镜胃切除联合邻近脏器切除术。(8)腹腔镜姑息性胃切除术。(9)腹腔镜非切除手术(胃空肠吻合旁路术、胃造口术、空肠造口营养管放置术等)。

三、腹腔镜胃癌手术根治切除范围

腹腔镜胃癌根治手术的切除范围遵循开腹手

术的原则:

(一)安全切缘

(1)T1期肿瘤:应确保近端切缘距离 ≥ 2 cm,当肿瘤边界不清晰时,应进行内镜检查定位。(2)T2期以上的肿瘤:局限性肿瘤建议近端切缘距离 ≥ 3 cm,浸润型肿瘤建议近端切缘距离 ≥ 5 cm。(3)以上原则不能实现时,建议行冷冻切片组织病理学检查近端切缘。(4)对于侵犯食管的肿瘤,不要要求必须保证上切缘距离 > 5 cm,但须进行术中冷冻切片组织病理学检查以确保切缘阴性^[5]。

(二)手术方式选择

对于cN+期或T2期以上肿瘤,通常选择远端胃切除术或全胃切除术。对于早期胃上部癌和Siewert II型食管胃结合部腺癌可选择近端胃切除术。对于早期胃癌患者,根据肿瘤位置还可以选择近端胃切除术、保留幽门的胃切除术(pylorus preserving gastrectomy, PPG)、SG、胃局部切除术等保留功能手术^[39-41]。其中,PPG与SG的区别为:PPG保留了幽门下动静脉的支配区域,而SG在其基础上保留了近端血管。目前SG仅作为研究性手术实施^[5]。

推荐意见 7:对于病灶位于胃中部1/3的早期胃癌(cT1N0M0),且肿瘤远端距离幽门 > 4 cm者,可考虑实施PPG(证据级别:IIa,推荐强度:A)。通过腹腔镜实施PPG安全有效,推荐由具有丰富腹腔镜胃癌手术经验且熟练掌握区域解剖的术者实施(证据级别:IIb,推荐强度:B)。

早期胃癌术后长期预后相对较好,选择消化道重建方式时应考虑患者术后的生命质量和残胃的功能保留。PPG适用于临床分期为cT1N0M0期的胃中段癌,目前已有相关荟萃分析结果显示:PPG相比远端胃切除术,远期预后无明显差异,但淋巴结清扫数目及切缘距离均显著劣于远端胃切除术^[42]。韩国KLASS-04研究对比分析腹腔镜PPG和腹腔镜远端胃切除术,其已公布的短期结果显示:两者术后并发症发生率无显著差异^[43]。后续有待长期生存结果公布。

(三)胃周淋巴结清扫范围

应按胃癌分期方法的规定清扫淋巴结。(1)腹腔镜胃癌D₁淋巴结清扫术:清扫胃周第1站淋巴结。(2)腹腔镜胃癌D₁₊淋巴结清扫术:清扫第1站及部分第2站淋巴结。(3)腹腔镜胃癌D₂淋巴结清扫术:清扫胃周第2站淋巴结。原则上前2种淋巴结清扫范围主要适用于早期胃癌、无淋巴结转移者,或因高龄、全身伴发疾病不能耐受长时间手术者。

对伴淋巴结转移的早期胃癌和局部进展期胃癌,原则上应行D₂淋巴结清扫术。

不同部位胃癌淋巴结清扫范围参考《日本胃癌治疗指南(第6版)》。(1)全胃切除:D₀,清扫范围小于D₁;D₁,清扫第1~7组淋巴结;D₁₊,D₁清扫+第8a、9、11p组淋巴结;D₂,D₁清扫+第8a、9、11p、11d、12a组淋巴结。(2)远端胃大部切除:D₀,清扫范围小于D₁;D₁,清扫第1、3、4sb、4d、5、6、7组淋巴结;D₁₊,D₁清扫+第8a、9组淋巴结;D₂,D₁清扫+第8a、9、11p、12a组淋巴结。(3)保留幽门的胃大部切除:D₀,清扫范围小于D₁;D₁,清扫第1、3、4sb、4d、6、7组淋巴结,即使第6i组淋巴结不完全清扫仍视为D₁;D₁₊,D₁清扫+第8a、9组淋巴结。(4)近端胃大部切除:D₀,清扫范围小于D₁;D₁,清扫第1、2、3a、4sa、4sb、7组淋巴结;D₁₊,D₁清扫+第8a、9、11p组淋巴结;D₂,D₁清扫+第8a、9、11p、11d组淋巴结。

推荐意见 8:腹腔镜胃癌根治术中,对于cT1~cT2期肿瘤建议距离胃网膜动脉弓>3 cm离断网膜并保留结肠侧大网膜,对于cT3期以上胃癌,通常建议切除大网膜(证据级别:V,推荐强度:B),但不推荐联合网膜囊切除(证据级别:1b,推荐强度:A)。

目前对于cT1~cT2期肿瘤,在距离胃网膜动脉弓>3 cm离断网膜以保留结肠侧大网膜已基本达成共识^[5];对于cT3期以上胃癌,目前日本1项胃癌术中切除或保留大网膜的非劣效性RCT(JCOG1711、ROAD-GC)正在进行,该研究结果将有助于确定网膜切除范围,为术中决策提供高等级证据支持^[44]。

对于初始可切除的胃癌,术中是否行网膜囊切除(胰腺包膜及横结肠系膜前叶切除),1项大型RCT(JCOG1001)结果显示:保留网膜囊与联合网膜囊切除胃癌患者5年生存结果相似,网膜囊切除并未带来显著生存获益,且术后胰瘘发生率显著增加^[45]。因此,目前不建议联合网膜囊切除。

推荐意见 9:对于cT3期及以上、浸润胃大弯的胃上部癌、第4sb组淋巴结阳性、胃后壁局部进展期癌,可行腹腔镜D₂+第10组淋巴结清扫(证据级别:1b,推荐强度:B)。

已有研究结果显示:腹腔镜手术中行保留脾脏的脾门淋巴结清扫的长期预后与传统开腹手术相当^[46],但适应证仍存在争议。根据日本JCOG0110研究结果,对于未侵犯胃大弯的近端胃肿瘤,脾门淋巴结清扫并未改善远期预后,但增加了术后并发症发生率^[47]。有研究结果显示:第4sb组淋巴结转移情况、肿瘤浸润深度(cT3期及以上)肿瘤是否位

于胃大弯侧、肿瘤长径(>6 cm)等因素均与较高的脾门淋巴结转移率相关^[47-50]。因此,胃癌手术中是否行脾门淋巴结清扫应考虑上述因素。我国CLASS-04研究结果显示:对于胃上部癌患者腹腔镜手术中实施第10组淋巴结清扫安全有效,第10组淋巴结转移率约7.7%,是患者预后的独立危险因素^[46]。Lin等^[51]的RCT对比分析局部进展期胃上部癌患者腹腔镜手术中清扫与不清扫第10组淋巴结的长期预后,结果显示:清扫第10组淋巴结可显著改善胃后壁癌患者预后。此外,日本JCOG 1809等前瞻性研究针对胃大弯侧局部进展期胃癌行腹腔镜保脾手术进行研究^[52-53]。其后续结果有望解决目前存在的争议,为相关临床抉择提供高等级证据支持。

四、腹腔镜胃癌手术消化道重建

腹腔镜胃癌手术消化道重建分为全腹腔镜与小切口辅助2种方式,不论选择何种方式,均应遵循与传统开腹手术相同的原则,包括:(1)在确保肿瘤根治切除的前提下,根据胃的切除范围,选择安全简便的重建方式。(2)确保吻合口血运良好、张力低、肠襻通畅且无扭转,并尽量减少吻合口数量。(3)保持消化道生理通路并兼顾食物储存和抗反流能力。(4)尽量保证术后内镜检查的可能性。

(一)腹腔镜远端胃切除的消化道重建

腹腔镜Billroth I式吻合最早由Kanaya等^[54]提出,因其形状为三角形所以被称为三角吻合(Delta吻合)。后续亦有研究报道了其他腹腔镜消化道重建手术方式,如Overlap法^[55-56]。部分情况下,为避免吻合口张力过大,可采取Billroth II式吻合(胃空肠吻合),但该手术方式发生碱性反流性胃炎的比例更高,同时存在十二指肠残端破裂和输入襻梗阻等风险^[57],而在Billroth II式的基础上加做输入襻和输出襻空肠Braun吻合可能缓解反流性胃炎的发生^[58]。胃空肠Roux-en-Y吻合兼具无张力和抗反流的特点,是腹腔镜远端胃切除术后较为理想的消化道重建方式之一,但值得注意的是该手术方式可能会导致Roux停滞综合征^[59-61]。有研究表明非离断式Roux-en-Y吻合可以预防反流性胃炎及Roux停滞综合征的发生^[61-62]。目前有针对比较行全腹腔镜与腹腔镜辅助远端胃切除手术患者生命质量的中韩合作CKLASS-01研究尚在进行中。

推荐意见 10:腹腔镜远端胃切除术可选的手术途径包括全腹腔镜与小切口辅助;常见的消化道重建手术方式包括Billroth I式、Billroth II式、

Roux-en-Y 吻合和非离断式 Roux-en-Y 吻合 (证据级别: III b, 推荐强度: B; 手术途径推荐率: 全腹腔镜吻合 53.3%, 小切口辅助吻合 46.7%; 全腹腔镜吻合推荐率: Billroth I 式 3.6%, Billroth II 式 71.4%, Roux-en-Y 21.4%, 非离断式 Roux-en-Y 3.6%)。

(二) 腹腔镜全胃切除术的消化道重建

关于全腹腔镜与小切口辅助手术中的消化道重建, 目前已有相关的系统回顾及荟萃分析显示: 两种方法均安全有效^[63-65]。全腹腔镜下, 根据吻合器的类型可分为圆形吻合器和直线切割闭合器 2 种。对于圆形吻合器, 根据过程中置入抵钉座的方式, 可以分为荷包缝合法、OrVil 吻合法, 反穿刺法等^[66-68]。圆形吻合在小切口辅助中应用较为广泛, 同时该方式易于获得较高的手术切缘, 但对于部分肥胖、肋弓夹角小的患者在小切口辅助吻合时操作常较为困难。此外, 已有包括 KLASS-03 等研究结果及相关荟萃分析结果显示: 圆形吻合出现吻合口狭窄相对高于直线切割闭合器吻合^[69-72]。对于直线切割闭合器吻合的具体方式, 最早是日本 Uyama 等^[73]报道的食管空肠功能性端端吻合。在其基础上, Kwon 等^[74]提出了操作更为简便, 成本也更低的 π 型吻合。上述 2 种直线吻合方式的食管和空肠蠕动方向相反, 也被称为“逆蠕动”的吻合方式, 而 Inaba 等^[75]提出 Overlap 吻合。已有相关研究对比 π 型吻合及 Overlap 吻合, 2 种吻合方法在术后短期疗效并未体现出明显差异, 均是目前全腹腔镜全胃切除可选择的直线吻合方式^[76-77]。目前尚无证据表明何种吻合方式存在优势。而针对全腹腔镜与腹腔镜辅助全胃切除术的 CLASS-08 研究目前仍在进行中^[78]。

推荐意见 11: 腹腔镜全胃切除术可选的手术途径包括全腹腔镜与小切口辅助 (证据级别: II a, 推荐强度: B)。消化道重建吻合方式依据吻合手段分为器械吻合和手工吻合, 器械吻合又分为圆形吻合器吻合和直线切割缝合器吻合。全腹腔镜圆形吻合器吻合法通常包括反穿刺法和 OrVilTM 吻合法 (证据级别: II b), 全腹腔镜直线切割缝合器吻合法包括食管空肠功能性端端吻合法、食管空肠顺蠕动侧侧吻合 (Overlap) 法和 π 型吻合法 (证据级别: II b)。圆形吻合器吻合的吻合口狭窄发生率高于直线切割闭合器吻合 (证据级别: Ia, 推荐强度: A; 手术途径推荐率: 全腹腔镜吻合 59.3%, 小切口辅助吻合 40.7%; 器械选择推荐率: 直线切割闭合器 55.2%, 圆形吻合器 44.8%)。

(三) 腹腔镜近端胃切除术的消化道重建

食管残胃吻合主要包括单纯吻合、食管管状胃吻合、SOFY 吻合、DFT 等方法。多项回顾性研究结果显示: 单纯食管残胃吻合后, 吻合口狭窄及反流性食管炎的发生率均较高, 对患者术后生命质量影响较大^[79-80]。食管管状胃吻合可以在保证食管残胃吻合口无张力的同时, 保留正常消化道结构, 且仅有 1 个吻合口, 术后并发症发生率较低^[81]。SOFY 吻合首先由 Yamashita 等^[82]于 2017 年报道。1 项回顾性研究结果显示: SOFY 吻合具有良好的抗反流效果^[83]。但该手术方式要求食管腹段距离应 ≥ 5 cm 且残胃较大, 因此不适用于肿瘤部位较高患者。DFT 是由 Kamikawa 提出的利用残胃浆肌瓣实现更佳抗反流效果的吻合方式, 此后 Kuroda 等^[84]报道了腹腔镜下 DFT 的可行性。该法因吻合口过高可能导致肌瓣抗反流功能失效, 且术中需至少游离食管下段 5 cm 后再行残胃缝合, 病灶位置过高者不宜行 DFT^[85]。

食管空肠吻合主要包括空肠间置法及 DTR。空肠间置吻合在抗反流、改善患者生命质量等方面具有优势^[86-87]。但该类手术方式步骤繁琐、手术时间长, 同时有伴发排空功能障碍等并发症, 在腹腔镜手术中应用较少。DTR 是在食管空肠 Roux-en-Y 吻合的基础上, 增加 1 处残胃和空肠的侧侧吻合, 该吻合方式兼具抗反流和暂存食物的优势。多项小样本的临床研究结果显示: DTR 后反流性食管炎的发生率明显低于食管胃吻合, 同时患者术后生命质量也更好^[88-90]。韩国 KLASS-05 研究比较分析腹腔镜近端胃切除+DTR 及腹腔镜全胃切除术后的临床疗效, 早期随访结果显示: 两者术后早期症状和实验室检查结果相当^[91]。

目前, 腹腔镜近端胃切除的消化道重建手术方式较多, 各有优劣, 且尚缺乏直接对比不同手术方式的临床研究, 应根据患者肿瘤情况、组织解剖特点、术者自身习惯等多方面因素选择合适的重建方式。

推荐意见 12: 近端胃切除术消化道重建常见吻合手术方式主要分为食管残胃吻合和食管空肠吻合。前者包括单纯食管残胃吻合、食管管状胃吻合、SOFY 吻合以及双肌瓣成形术 (double-flap technique, DFT), 后者包括双通道吻合 (double tract reconstruction, DTR)、空肠间置吻合等 (证据级别: II b; 推荐率: 食管残胃吻合 69.0%, 食管空肠吻合 31.0%)。

五、腹腔镜胃癌手术肿瘤定位

已有较多相关研究结果显示:可通过术前放置钛夹、内镜下注射纳米碳、吲哚菁绿等示踪剂以及术中胃镜等多种方式协助定位,且均能达到较高的符合率^[92-98]。其中,术中胃镜定位对于切缘的精准定位相比示踪剂更具有优势,而纳米碳及吲哚菁绿注射法在定位肿瘤的同时,对于术中淋巴结清扫存在优势^[95-96]。

推荐意见 13:为明确肿瘤切除范围,特别是行全腹腔镜手术时,无法触摸病灶确定切缘者,为保障安全切缘,须行肿瘤定位。术前内镜下注射示踪剂(纳米碳、吲哚菁绿等)或放置钛夹,及术中内镜等可有助于定位(证据级别:IIb,推荐强度:A)。术中胃镜对于肿瘤切缘的精准定位更有优势(证据级别:V,推荐强度:A)。

六、腹腔镜胃癌手术设备与器械

1项RCT结果显示:3D腹腔镜胃癌根治术在手术时间上非劣效于2D腹腔镜胃癌根治术,能显著减少术中出血量,且3D腹腔镜对胃癌术中大出血(>200 mL)是独立保护因素^[99]。另1项针对胃肠肿瘤手术的1456例大宗荟萃分析结果同样显示:3D腹腔镜较2D腹腔镜在胃癌根治术中有缩短手术时间和减少术中出血量的优势^[100]。此外,其他相关研究结果也显示:3D腹腔镜优势包括(1)缩短胃癌根治术手术时间,主要体现在缩短淋巴结清扫时间、腹腔镜下缝合时间等方面^[101-102]。(2)增加淋巴结清扫总数目,特别是第8a、11p组淋巴结数目^[103-105]。(3)降低术后并发症发生率^[106-107]。但对于此类优势尚缺乏高等级证据支持。

4K腹腔镜相比传统2D腹腔镜具有超高清、宽色域以及超高分辨率图像的特点,可实现手术图像的优化,协助术者提高解剖辨识度,提升手术精确性,降低操作错误率,从而使手术操作更精细、准确^[108-109]。由于4K腹腔镜具有更高清的手术视野及更细微的局部解剖辨识度,因此,在胃癌根治术中具有更好的应用前景和实用价值^[110-111]。

推荐意见 14:3D、4K显示设备相比传统2D腹腔镜有助于提高腹腔镜胃癌手术者舒适度,3D腹腔镜相比传统2D腹腔镜在缩短手术时间和减少术中出血量方面存在优势(证据级别:IIb,推荐强度:B)。

Chen等^[112]的RCT结果显示:吲哚菁绿的应用可增加腹腔镜胃癌D₂根治术的淋巴结获取数目,并提高术后送检淋巴结组织的符合率。此外,有研

究结果显示:在腹腔镜胃癌根治术中,吲哚菁绿的应用能增加淋巴结检出率,特别是幽门下区的淋巴结^[113]。Lu等^[114]则发现腹腔镜胃癌根治术中应用吲哚菁绿具有与传统腹腔镜胃癌根治术相似的近期疗效和术后并发症发生率,且能够获取更多的淋巴结数目。但目前对于吲哚菁绿与转移性淋巴结的相关性以及吲哚菁绿的应用是否能改善患者长期预后,尚缺乏临床证据支持。

推荐意见 15:应用吲哚菁绿荧光腹腔镜系统有助于腹腔镜胃癌手术获得更高的淋巴结送检数目(证据级别:IIb,推荐强度:B)。

目前腹腔镜胃癌手术的常用操作器械包括电能量器械及超声能量器械,电能量器械中又包括单极电能量器械及双极电能量器械如(Ligasure等)。单极电能量器械可对直径<2 mm的血管直接止血。双极电能量器械如Ligasure最高可实现<7 mm血管的凝固止血,故对肥胖、组织质地差、新辅助和转化治疗后患者具有优势^[115-118]。超声能量器械可对直径≤5 mm的血管进行有效凝固止血,同时可完成组织的切割、分离、抓持等操作。

推荐意见 16:电能量器械及超声能量器械均可应用于腹腔镜胃癌手术。术者应结合个人习惯与患者组织条件合理选择(证据级别:IIIb,推荐强度:A)。

《腹腔镜胃癌手术操作指南(2023版)》编审委员会成员名单 (按姓氏汉语拼音排序)

曹 晖	上海交通大学医学院附属仁济医院
陈 凜	解放军总医院第一医学中心
程向东	中国科学院大学附属肿瘤医院
董 明	中国医科大学附属第一医院
樊 林	西安交通大学第一附属医院
巩 鹏	深圳大学总医院
何显力	空军军医大学第二附属医院
胡 祥	大连医科大学附属第一医院
胡三元	山东第一医科大学第一附属医院山东省千佛山医院
胡建昆	四川大学华西医院
胡伟国	上海交通大学医学院附属瑞金医院
胡文庆	长治市人民医院
黄昌明	福建医科大学附属协和医院
黄 华	复旦大学附属肿瘤医院
季加孚	北京大学肿瘤医院
靖昌庆	山东省立医院
柯重伟	复旦大学附属上海市第五人民医院
李国新	南方医科大学南方医院
李 勇	广东省人民医院
李子禹	北京大学肿瘤医院

连长红 长治医学院附属和平医院
 刘凤林 复旦大学附属中山医院
 马君俊 上海交通大学医学院附属瑞金医院
 仇明 海军军医大学第二附属医院(上海长征医院)
 孙晶 上海交通大学医学院附属瑞金医院
 孙益红 复旦大学附属中山医院
 所剑 吉林大学第一医院
 汪勇 浙江大学医学院附属邵逸夫医院
 王琛 兰州大学第二医院
 王权 吉林大学第一医院
 王伟 广东省中医院
 王旭东 吉林大学第二医院
 徐泽宽 南京医科大学第一附属医院
 燕速 青海大学附属医院
 杨盈赤 首都医科大学附属北京友谊医院
 姚琪远 复旦大学附属华山医院
 应敏刚 福建医科大学附属厦门弘爱医院
 尤俊 厦门大学附属第一医院
 于文滨 山东大学齐鲁医院
 余佩武 陆军军医大学第一附属医院
 余江 南方医科大学南方医院
 臧璐 上海交通大学医学院附属瑞金医院
 赵永亮 陆军军医大学第一附属医院
 张忠涛 首都医科大学附属北京友谊医院
 张光永 山东第一医科大学第一附属医院山东省千佛山医院
 郑民华 上海交通大学医学院附属瑞金医院
 郑朝辉 福建医科大学附属协和医院
 周建平 中国医科大学附属第一医院
 朱甲明 中国医科大学附属第一医院
 宗雅萍 上海交通大学医学院附属瑞金医院
执笔者:
 臧璐 上海交通大学医学院附属瑞金医院
 马君俊 上海交通大学医学院附属瑞金医院
 赵永亮 陆军军医大学第一附属医院
 赵轩 上海交通大学医学院附属瑞金医院
 张鲁阳 上海交通大学医学院附属瑞金医院

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Kim HH, Han SU, Kim MC, et al. Effect of laparoscopic distal gastrectomy vs open distal gastrectomy on long-term survival among patients with stage I gastric cancer: the KLASS-01 randomized clinical trial[J]. JAMA Oncol, 2019, 5(4):506-513. DOI:10.1001/jamaoncol.2018.6727.
- [2] Kim W, Kim HH, Han SU, et al. Decreased morbidity of laparoscopic distal gastrectomy compared with open distal gastrectomy for stage I gastric cancer: short-term outcomes from a multicenter randomized controlled trial (KLASS-01) [J]. Ann Surg, 2016, 263(1):28-35. DOI: 10.1097/SLA.0000000000001346.
- [3] Katai H, Mizusawa J, Katayama H, et al. Survival outcomes after laparoscopy-assisted distal gastrectomy versus open distal gastrectomy with nodal dissection for clinical stage IA or IB gastric cancer (JCOG0912): a multicentre, non-inferiority, phase 3 randomised controlled trial[J]. Lancet Gastroenterol Hepatol, 2020, 5(2):142-151. DOI: 10.1016/S2468-1253(19)30332-2.
- [4] Katai H, Sasako M, Fukuda H, et al. JCOG Gastric Cancer Surgical Study Group. Safety and feasibility of laparoscopy-assisted distal gastrectomy with suprapancreatic nodal dissection for clinical stage I gastric cancer: a multicenter phase II trial (JCOG 0703) [J]. Gastric Cancer, 2010, 13(4): 238-244. DOI:10.1007/s10120-010-0565-0.
- [5] 胡祥. 第6版日本《胃癌治疗指南》拔萃[J]. 中国实用外科杂志, 2021, 41(10):1130-1141. DOI: 10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2021.10.07.
- [6] Katai H, Mizusawa J, Katayama H, et al. Single-arm confirmatory trial of laparoscopy-assisted total or proximal gastrectomy with nodal dissection for clinical stage I gastric cancer: Japan Clinical Oncology Group study JCOG1401[J]. Gastric Cancer, 2019, 22(5):999-1008. DOI: 10.1007/s10120-019-00929-9.
- [7] Hyung WJ, Yang HK, Han SU, et al. A feasibility study of laparoscopic total gastrectomy for clinical stage I gastric cancer: a prospective multi-center phase II clinical trial, KLASS 03[J]. Gastric Cancer, 2019, 22(1):214-222. DOI: 10.1007/s10120-018-0864-4.
- [8] Liu F, Huang C, Xu Z, et al. Morbidity and mortality of laparoscopic vs open total gastrectomy for clinical stage I gastric cancer: the CLASS02 multicenter randomized clinical trial[J]. JAMA Oncol, 2020, 6(10):1590-1597. DOI: 10.1001/jamaoncol.2020.3152.
- [9] Hyung WJ, Yang HK, Park YK, et al. Long-term outcomes of laparoscopic distal gastrectomy for locally advanced gastric cancer: the KLASS-02-RCT randomized clinical trial [J]. J Clin Oncol, 2020, 38(28):3304-3313. DOI: 10.1200/JCO.20.01210.
- [10] Huang C, Liu H, Hu Y, et al. Laparoscopic vs open distal gastrectomy for locally advanced gastric cancer: five-year outcomes from the CLASS-01 randomized clinical trial[J]. JAMA Surg, 2022, 157(1):9-17. DOI: 10.1001/jamasurg.2021.5104.
- [11] Hu Y, Huang C, Sun Y, et al. Morbidity and mortality of laparoscopic versus open D2 distal gastrectomy for advanced gastric cancer: a randomized controlled trial[J]. J Clin Oncol, 2016, 34(12):1350-1357. DOI: 10.1200/JCO.2015.63.7215.
- [12] Wu SY, Ho MH, Chang HM, et al. Long-term oncologic result of laparoscopic versus open gastrectomy for gastric cancer: a propensity score matching analysis[J]. World J Surg Oncol, 2021, 19(1):101. DOI: 10.1186/s12957-021-02217-2.
- [13] Chan B, Yau K, Chan C. Totally laparoscopic versus open gastrectomy for advanced gastric cancer: a matched retrospective cohort study[J]. Hong Kong Med J, 2019, 25(1):30-37. DOI: 10.12809/hkmj177150.
- [14] 陈豪, 余佩武, 黄昌明, 等. 腹腔镜远端胃癌 D₂ 根治术治疗局部进展期胃癌 10 年预后及影响因素分析: 基于 CLASS 队列的全国多中心研究[J]. 中华消化外科杂志, 2022, 21(3):362-374. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20220221-00100.
- [15] Inaki N, Etoh T, Ohyama T, et al. A multi-institutional, pro-

- spective, phase II feasibility study of laparoscopy-assisted distal gastrectomy with D2 lymph node dissection for locally advanced gastric cancer (JLSSG0901) [J]. *World J Surg*, 2015, 39(11): 2734-2741. DOI: 10.1007/s00268-015-3160-z.
- [16] 所为然. JLSSG0901 研究结果简介 [J]. *中国实用外科杂志*, 2022, 42(8): 885-886, 889. DOI: 10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2022.08.07.
- [17] van der Veen A, Brenkman H, Seesing M, et al. Laparoscopic versus open gastrectomy for gastric cancer (LOGICA): a multicenter randomized clinical trial [J]. *J Clin Oncol*, 2021, 39(9): 978-989. DOI: 10.1200/JCO.20.01540.
- [18] Li Z, Shan F, Ying X, et al. Assessment of laparoscopic distal gastrectomy after neoadjuvant chemotherapy for locally advanced gastric cancer: a randomized clinical trial [J]. *JAMA Surg*, 2019, 154(12): 1093-1101. DOI: 10.1001/jamasurg.2019.3473.
- [19] Xing J, Wang Y, Shan F, et al. Comparison of totally laparoscopic and laparoscopic assisted gastrectomy after neoadjuvant chemotherapy in locally advanced gastric cancer [J]. *Eur J Surg Oncol*, 2021, 47(8): 2023-2030. DOI: 10.1016/j.ejso.2021.02.002.
- [20] van der Wielen N, Straatman J, Daams F, et al. Open versus minimally invasive total gastrectomy after neoadjuvant chemotherapy: results of a European randomized trial [J]. *Gastric Cancer*, 2021, 24(1): 258-271. DOI: 10.1007/s10120-020-01109-w.
- [21] Wang N, Zhou A, Jin J, et al. Open vs. laparoscopic surgery for locally advanced gastric cancer after neoadjuvant therapy: short-term and long-term survival outcomes [J]. *Oncol Lett*, 2020, 20(1): 861-867. DOI: 10.3892/ol.2020.11626.
- [22] Fujisaki M, Mitsumori N, Shinohara T, et al. Short- and long-term outcomes of laparoscopic versus open gastrectomy for locally advanced gastric cancer following neoadjuvant chemotherapy [J]. *Surg Endosc*, 2021, 35(4): 1682-1690. DOI: 10.1007/s00464-020-07552-1.
- [23] Yasufuku I, Nunobe S, Ida S, et al. Conversion therapy for peritoneal lavage cytology-positive type 4 and large type 3 gastric cancer patients selected as candidates for R0 resection by diagnostic staging laparoscopy [J]. *Gastric Cancer*, 2020, 23(2): 319-327. DOI: 10.1007/s10120-019-00994-0.
- [24] Khorobrykh TV, Abdulkhakimov NM, Agadzhanov VG, et al. Laparoscopic versus open surgery for locally advanced and metastatic gastric cancer complicated with bleeding and/or stenosis: short- and long-term outcomes [J]. *World J Surg Oncol*, 2022, 20(1): 216. DOI: 10.1186/s12957-022-02674-3.
- [25] Zhang LY, Ma JJ, Zang L, et al. Staged laparoscopic management of locally advanced gastric cancer with outlet obstruction [J]. *J Surg Oncol*, 2021, 123(Suppl 1): S8-S14. DOI: 10.1002/jso.26342.
- [26] 蒋天宇, 马君俊, 臧瀚, 等. 胃空肠转流术联合转化治疗后根治性切除治疗胃癌合并幽门梗阻的临床疗效 [J]. *中华消化外科杂志*, 2021, 20(9): 967-973. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20210903-00435.
- [27] Nakagawa S, Nashimoto A, Yabusaki H. Role of staging laparoscopy with peritoneal lavage cytology in the treatment of locally advanced gastric cancer [J]. *Gastric Cancer*, 2007, 10(1): 29-34. DOI: 10.1007/s10120-006-0406-3.
- [28] Li Z, Guan G, Liu Z, et al. Predicting peritoneal carcinomatosis of gastric cancer: a simple model to exempt low-risk patients from unnecessary staging laparoscopy [J]. *Front Surg*, 2022, 9: 916001. DOI: 10.3389/fsurg.2022.916001.
- [29] Guan G, Li Z, Wang Q, et al. Risk factors associated with peritoneal carcinomatosis of gastric cancer in staging laparoscopy: a systematic review and meta-analysis [J]. *Front Oncol*, 2022, 12: 955181. DOI: 10.3389/fonc.2022.955181.
- [30] Li K, Cannon J, Jiang SY, et al. Diagnostic staging laparoscopy in gastric cancer treatment: a cost-effectiveness analysis [J]. *J Surg Oncol*, 2018, 117(6): 1288-1296. DOI: 10.1002/jso.24942.
- [31] Irino T, Sano T, Hiki N, et al. Diagnostic staging laparoscopy in gastric cancer: a prospective cohort at a cancer institute in Japan [J]. *Surg Endosc*, 2018, 32(1): 268-275. DOI: 10.1007/s00464-017-5673-z.
- [32] 中华医学会外科学分会胃肠外科学组, 中华医学会外科学分会腹腔镜与内镜外科学组, 中国抗癌协会胃癌专业委员会. 完全腹腔镜胃癌手术消化道重建专家共识及手术操作指南 (2018 版) [J]. *中国实用外科杂志*, 2018, 38(8): 833-839. DOI: 10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2018.08.01.
- [33] Han WH, Oh YJ, Eom BW, et al. A comparative study of the short-term operative outcome between intracorporeal and extracorporeal anastomoses during laparoscopic total gastrectomy [J]. *Surg Endosc*, 2021, 35(4): 1602-1609. DOI: 10.1007/s00464-020-07539-y.
- [34] Gong CS, Kim BS, Kim HS. Comparison of totally laparoscopic total gastrectomy using an endoscopic linear stapler with laparoscopic-assisted total gastrectomy using a circular stapler in patients with gastric cancer: a single-center experience [J]. *World J Gastroenterol*, 2017, 23(48): 8553-8561. DOI: 10.3748/wjg.v23.i48.8553.
- [35] Park SH, Suh YS, Kim TH, et al. Postoperative morbidity and quality of life between totally laparoscopic total gastrectomy and laparoscopy-assisted total gastrectomy: a propensity-score matched analysis [J]. *BMC Cancer*, 2021, 21(1): 1016. DOI: 10.1186/s12885-021-08744-1.
- [36] Jeong O, Jung MR, Kang JH, et al. Reduced anastomotic complications with intracorporeal esophagojejunostomy using endoscopic linear staplers (overlap method) in laparoscopic total gastrectomy for gastric carcinoma [J]. *Surg Endosc*, 2020, 34(5): 2313-2320. DOI: 10.1007/s00464-019-07362-0.
- [37] Zhang P, Zhang X, Xue H. Long-term results of hand-assisted laparoscopic gastrectomy for advanced Siewert type II and type III esophagogastric junction adenocarcinoma [J]. *Int J Surg*, 2018, 53: 201-205. DOI: 10.1016/j.ijsu.2018.03.004.
- [38] Hagiwara K, Matsuda M, Hayashi S, et al. Comparison of short-term outcomes between hand-assisted laparoscopic distal gastrectomy and laparoscopy-assisted distal gastrectomy in gastric cancer [J]. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*, 2020, 30(3): 249-256. DOI: 10.1097/SLE.0000000000000768.
- [39] Mikulicz-Radecki J. Die chirurgische behandlung des chronischen magengeschwurs [J]. *Verhandl Deutsch Gessellsch Chir*, 1897, 26: 31.
- [40] Wangenstein OH. Segmental gastric resection for peptic ulcer; method permitting restoration of anatomic continuity

- [J]. *J Am Med Assoc*, 1952, 149(1): 18-23. DOI: 10.1001/jama.1952.02930180020005.
- [41] 杜耀, 李卫平, 熊辉, 等. 保留幽门胃切除术治疗早期胃中部癌有效性和安全性的 Meta 分析[J]. *中华胃肠外科杂志*, 2020, 23(11): 1088-1096. DOI: 10.3760/cma.j.cn.441530-20200228-00098.
- [42] Hou S, Liu F, Gao Z, et al. Pathological and oncological outcomes of pylorus-preserving versus conventional distal gastrectomy in early gastric cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. *World J Surg Oncol*, 2022, 20(1): 308. DOI: 10.1186/s12957-022-02766-0.
- [43] Park DJ, Kim YW, Yang HK, et al. Short-term outcomes of a multicentre randomized clinical trial comparing laparoscopic pylorus-preserving gastrectomy with laparoscopic distal gastrectomy for gastric cancer (the KCLASS-04 trial) [J]. *Br J Surg*, 2021, 108(9): 1043-1049. DOI: 10.1093/bjs/zna295.
- [44] Sato Y, Yamada T, Yoshikawa T, et al. Randomized controlled phase III trial to evaluate omentum preserving gastrectomy for patients with advanced gastric cancer (JCOG1711, ROAD-GC) [J]. *Jpn J Clin Oncol*, 2020, 50(11): 1321-1324. DOI: 10.1093/jjco/hyaa113.
- [45] Kurokawa Y, Doki Y, Mizusawa J, et al. Bursectomy versus omentectomy alone for resectable gastric cancer (JCOG1001): a phase 3, open-label, randomised controlled trial[J]. *Lancet Gastroenterol Hepatol*, 2018, 3(7): 460-468. DOI: 10.1016/S2468-1253(18)30090-6.
- [46] Zheng C, Xu Y, Zhao G, et al. Outcomes of laparoscopic total gastrectomy combined with spleen-preserving hilar lymphadenectomy for locally advanced proximal gastric cancer: a nonrandomized clinical trial[J]. *JAMA Netw Open*, 2021, 4(12): e2139992. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2021.39992.
- [47] Sano T, Sasako M, Mizusawa J, et al. Randomized controlled trial to evaluate splenectomy in total gastrectomy for proximal gastric carcinoma[J]. *Ann Surg*, 2017, 265(2): 277-283. DOI: 10.1097/SLA.0000000000001814.
- [48] 郭欣, 边识博, 彭正, 等. 进展期胃癌根治术中脾门淋巴结清扫的手术方式选择及转移预警评价: 一项前瞻性单中心随机对照研究[J]. *中华胃肠外科杂志*, 2020, 23(2): 144-151. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2020.02.009.
- [49] Aoyagi K, Kouhiji K, Miyagi M, et al. Prognosis of metastatic splenic hilum lymph node in patients with gastric cancer after total gastrectomy and splenectomy[J]. *World J Hepatol*, 2010, 2(2): 81-86. DOI: 10.4254/wjh.v2.i2.81.
- [50] Jeong O, Jung MR, Ryu SY. Clinicopathological features and prognostic impact of splenic hilar lymph node metastasis in proximal gastric carcinoma[J]. *Eur J Surg Oncol*, 2019, 45(3): 432-438. DOI: 10.1016/j.ejso.2018.10.531.
- [51] Lin JX, Lin JP, Wang ZK, et al. Assessment of laparoscopic spleen-preserving hilar lymphadenectomy for advanced proximal gastric cancer without invasion into the greater curvature: a randomized clinical trial[J]. *JAMA Surg*, 2023, 158(1): 10-18. DOI: 10.1001/jamasurg.2022.5307.
- [52] 黄昌明, 林密. 腹腔镜下脾门淋巴结清扫的技术要点——镜下脾门淋巴结清扫研究设计的初衷[J]. *中华胃肠外科杂志*, 2018, 21(2): 143-147. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2018.02.005.
- [53] Kinoshita T, Okayama T. Is splenic hilar lymph node dissection necessary for proximal gastric cancer surgery? [J]. *Ann Gastroenterol Surg*, 2021, 5(2): 173-182. DOI: 10.1002/ags3.12413.
- [54] Kanaya S, Gomi T, Momoi H, et al. Delta-shaped anastomosis in totally laparoscopic Billroth I gastrectomy: new technique of intraabdominal gastroduodenostomy[J]. *J Am Coll Surg*, 2002, 195(2): 284-287. DOI: 10.1016/s1072-7515(02)01239-5.
- [55] Watanabe Y, Watanabe M, Suehara N, et al. Billroth-I reconstruction using an overlap method in totally laparoscopic distal gastrectomy: propensity score matched cohort study of short- and long-term outcomes compared with Roux-en-Y reconstruction[J]. *Surg Endosc*, 2019, 33(12): 3990-4002. DOI: 10.1007/s00464-019-06688-z.
- [56] 苗儒林, 李子禹, 陕飞, 等. 全腹腔镜远端胃切除 Overlap 法 Billroth I 式消化道重建探讨(附 1 例报告)[J]. *中国实用外科杂志*, 2017, 37(1): 93-95. DOI: 10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2017.01.26.
- [57] Kang KC, Cho GS, Han SU, et al. Comparison of Billroth I and Billroth II reconstructions after laparoscopy-assisted distal gastrectomy: a retrospective analysis of large-scale multicenter results from Korea[J]. *Surg Endosc*, 2011, 25(6): 1953-1961. DOI: 10.1007/s00464-010-1493-0.
- [58] Yalikulun A, Aikemu B, Li S, et al. A modified Billroth-II with braun anastomosis in totally laparoscopic distal gastrectomy: initial experience compared with Roux-en-Y anastomosis[J]. *Ann Surg Oncol*, 2022, 29(4): 2359-2367. DOI: 10.1245/s10434-021-11187-4.
- [59] Xiong JJ, Altaf K, Javed MA, et al. Roux-en-Y versus Billroth I reconstruction after distal gastrectomy for gastric cancer: a meta-analysis[J]. *World J Gastroenterol*, 2013, 19(7): 1124-1134. DOI: 10.3748/wjg.v19.i7.1124.
- [60] Kim JJ, Song KY, Chin HM, et al. Totally laparoscopic gastrectomy with various types of intracorporeal anastomosis using laparoscopic linear staplers: preliminary experience[J]. *Surg Endosc*, 2008, 22(2): 436-442. DOI: 10.1007/s00464-007-9446-y.
- [61] Park YS, Shin DJ, Son SY, et al. Roux stasis syndrome and gastric food stasis after laparoscopic distal gastrectomy with uncut Roux-en-Y reconstruction in gastric cancer patients: a propensity score matching analysis[J]. *World J Surg*, 2018, 42(12): 4022-4032. DOI: 10.1007/s00268-018-4715-6.
- [62] Wang J, Wang Q, Dong J, et al. Total laparoscopic uncut Roux-en-Y for radical distal gastrectomy: an interim analysis of a randomized, controlled, clinical trial[J]. *Ann Surg Oncol*, 2021, 28(1): 90-96. DOI: 10.1245/s10434-020-08710-4.
- [63] Zhao S, Zheng K, Zheng JC, et al. Comparison of totally laparoscopic total gastrectomy and laparoscopic-assisted total gastrectomy: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Surg*, 2019, 68: 1-10. DOI: 10.1016/j.ijsu.2019.05.020.
- [64] Milone M, Manigrasso M, Burati M, et al. Intracorporeal versus extracorporeal anastomosis after laparoscopic gastrectomy for gastric cancer: A systematic review with meta-analysis[J]. *J Visc Surg*, 2019, 156(4): 305-318. DOI: 10.1016/j.jvisurg.2019.01.004.
- [65] Zheng XY, Pan Y, Chen K, et al. Comparison of intracorporeal and extracorporeal esophageojejunostomy after lapa-

- roscopic total gastrectomy for gastric cancer: a meta-analysis based on short-term outcomes[J]. *Chin Med J (Engl)*, 2018,131(6):713-720. DOI:10.4103/0366-6999.226899.
- [66] Usui S, Nagai K, Hiranuma S, et al. Laparoscopy-assisted esophagoenteral anastomosis using endoscopic purse-string suture instrument "Endo-PSI (II)" and circular stapler[J]. *Gastric Cancer*,2008,11(4):233-237. DOI:10.1007/s10120-008-0481-8.
- [67] Jeong O, Park YK. Intracorporeal circular stapling esophagojejunostomy using the transorally inserted anvil (OrVil) after laparoscopic total gastrectomy[J]. *Surg Endosc*,2009, 23(11):2624-2630. DOI:10.1007/s00464-009-0461-z.
- [68] Omori T, Oyama T, Mizutani S, et al. A simple and safe technique for esophagojejunostomy using the hemidouble stapling technique in laparoscopy-assisted total gastrectomy[J]. *Am J Surg*,2009,197(1):e13-e17. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2008.04.019.
- [69] Umemura A, Koeda K, Sasaki A, et al. Totally laparoscopic total gastrectomy for gastric cancer: literature review and comparison of the procedure of esophagojejunostomy[J]. *Asian J Surg*,2015,38(2):102-112. DOI:10.1016/j.asjsur.2014.09.006.
- [70] Inokuchi M, Otsuki S, Fujimori Y, et al. Systematic review of anastomotic complications of esophagojejunostomy after laparoscopic total gastrectomy[J]. *World J Gastroenterol*, 2015,21(32):9656-9665. DOI:10.3748/wjg.v21.i32.9656.
- [71] Yang HK, Hyung WJ, Han SU, et al. Comparison of surgical outcomes among different methods of esophagojejunostomy in laparoscopic total gastrectomy for clinical stage I proximal gastric cancer: results of a single-arm multicenter phase II clinical trial in Korea, KLASS 03[J]. *Surg Endosc*,2021,35(3):1156-1163. DOI:10.1007/s00464-020-07480-0.
- [72] Guo Z, Deng C, Zhang Z, et al. Safety and effectiveness of overlap esophagojejunostomy in totally laparoscopic total gastrectomy for gastric cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Surg*,2022,102:106684. DOI:10.1016/j.ijso.2022.106684.
- [73] Uyama I, Sugioka A, Fujita J, et al. Laparoscopic total gastrectomy with distal pancreateosplenectomy and D2 lymphadenectomy for advanced gastric cancer[J]. *Gastric Cancer*, 1999,2(4):230-234. DOI:10.1007/s101200050069.
- [74] Kwon IG, Son YG, Ryu SW. Novel intracorporeal esophagojejunostomy using linear staplers during laparoscopic total gastrectomy: π -shaped esophagojejunostomy, 3-in-1 technique[J]. *J Am Coll Surg*,2016,223(3):e25-e29. DOI:10.1016/j.jamcollsurg.2016.06.011.
- [75] Inaba K, Satoh S, Ishida Y, et al. Overlap method: novel intracorporeal esophagojejunostomy after laparoscopic total gastrectomy[J]. *J Am Coll Surg*,2010,211(6):e25-e29. DOI:10.1016/j.jamcollsurg.2010.09.005.
- [76] 韦明光,王楠,吴涛,等.食管空肠 overlap 与 π 形吻合术后短期疗效及患者生活质量的对比研究[J]. *中国普通外科杂志*, 2019,28(4):407-416. DOI:10.7659/j.issn.1005-6947.2019.04.005.
- [77] Wang Y, Liu Z, Shan F, et al. Short-term outcomes after totally laparoscopic total gastrectomy with esophagojejunostomy constructed by π -shaped method versus overlap method[J]. *J Surg Oncol*,2021,124(8):1329-1337. DOI:10.1002/jso.26642.
- [78] Kyogoku N, Ebihara Y, Shichinohe T, et al. Circular versus linear stapling in esophagojejunostomy after laparoscopic total gastrectomy for gastric cancer: a propensity score-matched study[J]. *Langenbecks Arch Surg*,2018,403(4):463-471. DOI:10.1007/s00423-018-1678-x.
- [79] Nakamura M, Nakamori M, Ojima T, et al. Reconstruction after proximal gastrectomy for early gastric cancer in the upper third of the stomach: an analysis of our 13-year experience[J]. *Surgery*,2014,156(1):57-63. DOI:10.1016/j.surg.2014.02.015.
- [80] Ahn SH, Lee JH, Park DJ, et al. Comparative study of clinical outcomes between laparoscopy-assisted proximal gastrectomy (LAPG) and laparoscopy-assisted total gastrectomy (LATG) for proximal gastric cancer[J]. *Gastric Cancer*, 2013,16(3):282-289. DOI:10.1007/s10120-012-0178-x.
- [81] Aihara R, Mochiki E, Ohno T, et al. Laparoscopy-assisted proximal gastrectomy with gastric tube reconstruction for early gastric cancer[J]. *Surg Endosc*,2010,24(9):2343-2348. DOI:10.1007/s00464-010-0947-8.
- [82] Yamashita Y, Yamamoto A, Tamamori Y, et al. Side overlap esophagogastrostomy to prevent reflux after proximal gastrectomy[J]. *Gastric Cancer*,2017,20(4):728-735. DOI: 10.1007/s10120-016-0674-5.
- [83] Yamashita Y, Tatsubayashi T, Okumura K, et al. Modified side overlap esophagogastrostomy after laparoscopic proximal gastrectomy[J]. *Ann Gastroenterol Surg*,2022,6(4):594-599. DOI:10.1002/ags3.12549.
- [84] Kuroda S, Nishizaki M, Kikuchi S, et al. Double-flap technique as an antireflux procedure in esophagogastrostomy after proximal gastrectomy[J]. *J Am Coll Surg*,2016,223(2):e7-e13. DOI:10.1016/j.jamcollsurg.2016.04.041.
- [85] Kuroda S, Choda Y, Otsuka S, et al. Multicenter retrospective study to evaluate the efficacy and safety of the double-flap technique as antireflux esophagogastrostomy after proximal gastrectomy (rD-FLAP Study)[J]. *Ann Gastroenterol Surg*,2019,3(1):96-103. DOI:10.1002/ags3.12216.
- [86] Katai H, Morita S, Saka M, et al. Long-term outcome after proximal gastrectomy with jejunal interposition for suspected early cancer in the upper third of the stomach[J]. *Br J Surg*,2010,97(4):558-562. DOI:10.1002/bjs.6944.
- [87] Nomura E, Isozaki H, Fujii K, et al. Postoperative evaluation of function-preserving gastrectomy for early gastric cancer[J]. *Hepatogastroenterology*,2003,50(54):2246-2250.
- [88] Ji X, Jin C, Ji K, et al. Double Tract reconstruction reduces reflux esophagitis and improves quality of life after radical proximal gastrectomy for patients with upper gastric or esophagogastric adenocarcinoma[J]. *Cancer Res Treat*, 2021,53(3):784-794. DOI:10.4143/crt.2020.1064.
- [89] Aburatani T, Kojima K, Otsuki S, et al. Double-tract reconstruction after laparoscopic proximal gastrectomy using detachable ENDO-PSD[J]. *Surg Endosc*,2017,31(11):4848-4856. DOI:10.1007/s00464-017-5539-4.
- [90] Nomura E, Lee SW, Kawai M, et al. Functional outcomes by reconstruction technique following laparoscopic proximal gastrectomy for gastric cancer: double tract versus jejunal interposition[J]. *World J Surg Oncol*,2014,12:20. DOI:10.1186/1477-7819-12-20.
- [91] Hwang SH, Park DJ, Kim HH, et al. Short-term outcomes of

- laparoscopic proximal gastrectomy with double-tract reconstruction versus laparoscopic total gastrectomy for upper early gastric cancer: a KCLASS 05 randomized clinical trial [J]. *J Gastric Cancer*, 2022, 22(2): 94-106. DOI: 10.5230/jgc.2022.22.e8.
- [92] 殷桂香, 杨峥, 刘彬彬, 等. 双镜联合治疗胃肠肿瘤的疗效分析 [J]. *中华普通外科杂志*, 2019, 34(4): 368-369. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1007-631X.2019.04.024.
- [93] 倪红彦, 贾王强, 王晓明, 等. 术前瘤体钛夹定位对腹腔镜下胃癌术式选择的影响 [J]. *中华普通外科杂志*, 2021, 36(11): 864-866. DOI: 10.3760/cma.j.cn113855-20210317-00170.
- [94] 文阳, 钱振渊, 黄伟, 等. 钛夹标记联合 CT 图像后处理技术在早期胃癌腹腔镜术前定位中的应用 [J]. *医学影像学杂志*, 2021, 31(2): 285-288.
- [95] 修乘波, 吴刚, 孙培春. 术前应用纳米活性炭对腹腔镜胃癌根治术治疗效果及淋巴结清扫的影响 [J]. *癌症进展*, 2018, 16(7): 884-886, 896. DOI: 10.11877/j.issn.1672-1535.2018.16.07.24.
- [96] 李颖, 叶琳, 陈志冰. 吲哚菁绿 (ICG) 荧光成像在腹腔镜胃癌根治术中的应用价值研究 [J]. *江西医药*, 2021, 56(7): 1023-1025. DOI: 10.3969/j.issn.1006-2238.2021.07.042.
- [97] Hur H, Son SY, Cho YK, et al. Intraoperative gastroscopy for tumor localization in laparoscopic surgery for gastric adenocarcinoma [J]. *J Vis Exp*, 2016, (114): 53170. DOI: 10.3791/53170.
- [98] Lucas Willian Thornblade, Kurt Allan Melstrom, Ali Zhumkhwala, 等. 荧光显像技术在消化外科中的应用进展 [J]. *中华消化外科杂志*, 2021, 20(2): 149-154. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20201126-00740.
- [99] Zheng CH, Lu J, Zheng HL, et al. Comparison of 3D laparoscopic gastrectomy with a 2D procedure for gastric cancer: a phase 3 randomized controlled trial [J]. *Surgery*, 2018, 163(2): 300-304. DOI: 10.1016/j.surg.2017.09.053.
- [100] Zhao B, Lv W, Mei D, et al. Comparison of short-term surgical outcome between 3D and 2D laparoscopy surgery for gastrointestinal cancer: a systematic review and meta-analysis [J]. *Langenbecks Arch Surg*, 2020, 405(1): 1-12. DOI: 10.1007/s00423-020-01853-8.
- [101] Kanaji S, Suzuki S, Harada H, et al. Comparison of two- and three-dimensional display for performance of laparoscopic total gastrectomy for gastric cancer [J]. *Langenbecks Arch Surg*, 2017, 402(3): 493-500. DOI: 10.1007/s00423-017-1574-9.
- [102] Lee Y, Lee CM, Jang YJ, et al. Comparison of short-term outcomes using three-dimensional and two-dimensional laparoscopic gastrectomy for gastric cancer [J]. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2019, 29(7): 886-890. DOI: 10.1089/lap.2018.0765.
- [103] 张珂诚, 王鑫鑫, 卫勃, 等. 3D 与 2D 腹腔镜胃癌根治术近期疗效对比研究 [J]. *中国实用外科杂志*, 2017, 37(4): 437-439. DOI: 10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2017.04.29.
- [104] 郑逸锋, 李威, 王怀明, 等. 3D 腹腔镜与 2D 腹腔镜胃癌根治术短期临床疗效对比研究 [J/CD]. *消化肿瘤杂志: 电子版*, 2017, 9(1): 31-34.
- [105] Liu J, Zhou H, Qin H, et al. Comparative study of clinical efficacy using three-dimensional and two-dimensional laparoscopies in the treatment of distal gastric cancer [J]. *Onco Targets Ther*, 2018, 11: 301-306. DOI: 10.2147/OTT.S153520.
- [106] 李家新, 缪刚刚, 毛须平. 3D 腹腔镜在腹腔镜辅助胃癌根治术中的应用价值 [J]. *中国微创外科杂志*, 2018, 18(12): 1099-1102. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6604.2018.12.012.
- [107] 严平雄, 王正文, 崔海宁, 等. 3D 腹腔镜在提高胃癌根治术成功率及安全性中的作用及对手术相关并发症发生率的影响 [J/CD]. *中华普外科手术学杂志: 电子版*, 2018, 12(2): 126-129. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-3946.2018.02.012.
- [108] Harada H, Kanaji S, Hasegawa H, et al. The effect on surgical skills of expert surgeons using 3D/HD and 2D/4K resolution monitors in laparoscopic phantom tasks [J]. *Surg Endosc*, 2018, 32(10): 4228-4234. DOI: 10.1007/s00464-018-6169-1.
- [109] Abdelrahman M, Belramman A, Salem R, et al. Acquiring basic and advanced laparoscopic skills in novices using two-dimensional (2D), three-dimensional (3D) and ultra-high definition (4K) vision systems: a randomized control study [J]. *Int J Surg*, 2018, 53: 333-338. DOI: 10.1016/j.ijsu.2018.03.080.
- [110] Dunstan M, Smith R, Schwab K, et al. Is 3D faster and safer than 4K laparoscopic cholecystectomy? A randomised-controlled trial [J]. *Surg Endosc*, 2020, 34(4): 1729-1735. DOI: 10.1007/s00464-019-06958-w.
- [111] 李树春, 臧璐, 郑民华. 微创智能化诊断与治疗技术在胃癌中的应用 [J]. *中华消化外科杂志*, 2021, 20(5): 492-496. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20210407-00172.
- [112] Chen QY, Xie JW, Zhong Q, et al. Safety and efficacy of indocyanine green tracer-guided lymph node dissection during laparoscopic radical gastrectomy in patients with gastric cancer: a randomized clinical trial [J]. *JAMA Surg*, 2020, 155(4): 300-311. DOI: 10.1001/jamasurg.2019.6033.
- [113] Kim TH, Kong SH, Park JH, et al. Assessment of the completeness of lymph node dissection using near-infrared imaging with indocyanine green in laparoscopic gastrectomy for gastric cancer [J]. *J Gastric Cancer*, 2018, 18(2): 161-171. DOI: 10.5230/jgc.2018.18.e19.
- [114] Lu X, Liu S, Xia X, et al. The short-term and long-term outcomes of indocyanine green tracer-guided laparoscopic radical gastrectomy in patients with gastric cancer [J]. *World J Surg Oncol*, 2019, 19(1): 271. DOI: 10.1186/s12957-021-02385-1.
- [115] Newcomb WL, Hope WW, Schmelzer TM, et al. Comparison of blood vessel sealing among new electro-surgical and ultrasonic devices [J]. *Surg Endosc*, 2009, 23(1): 90-96. DOI: 10.1007/s00464-008-9932-x.
- [116] Okhunov Z, Yoon R, Lusch A, et al. Evaluation and comparison of contemporary energy-based surgical vessel sealing devices [J]. *J Endourol*, 2018, 32(4): 329-337. DOI: 10.1089/end.2017.0596.
- [117] Luo Y, Li X, Dong J, et al. A comparison of surgical outcomes and complications between hemostatic devices for thyroid surgery: a network meta-analysis [J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2017, 274(3): 1269-1278. DOI: 10.1007/s00405-016-4190-3.
- [118] Lyons SD, Law KS. Laparoscopic vessel sealing technologies [J]. *J Minim Invasive Gynecol*, 2013, 20(3): 301-307. DOI: 10.1016/j.jmig.2013.02.012.