

# 免气腹腹腔镜辅助胃癌手术的现状与未来

汪亦民, 薛英威\*

哈尔滨医科大学附属肿瘤医院 胃肠外科, 黑龙江 哈尔滨 150080

**【摘要】** 免气腹装置应用于腹部外科微创手术已有30余年历史, 其设计初衷是保护高危人群免于CO<sub>2</sub>人工气腹造成的副损伤。胃癌微创手术领域也有国内外同行在不断尝试免气腹手术, 但鲜有推广应用的报道。本文系统性回顾了免气腹腹腔镜技术在胃癌手术中的发展历程和应用现状, 同时也结合哈尔滨医科大学附属肿瘤医院开展370例免气腹腹腔镜辅助胃癌手术的相关经验, 围绕免气腹手术的优势和技术可行性, 探讨该技术所面临的核心问题, 阐述其临床价值和意义。

**【关键词】** 腹腔镜; 免气腹腹腔镜; 胃癌

## The current situation and future of gasless laparoscopy assisted gastric cancer surgery

Wang Yimin, Xue Yingwei\*

Department of Gastroenterology, Harbin Medical University Cancer Hospital, Harbin 150080, Heilongjiang, China

\*Corresponding author: Xue Yingwei, E-mail: xueyingwei@hrbmu.edu.cn

**【Abstract】** The gasless laparoscopic approach has been utilized in minimally invasive abdominal surgery for over 30 years, initially developed to mitigate complications of CO<sub>2</sub> pneumoperitoneum in high-risk populations. Within the field of minimally invasive gastric cancer surgery, both domestic and international surgeons have persistently explored gasless techniques, yet widespread clinical adoption remains limited. This article systematically reviews the historical evolution and current applications of gasless laparoscopy in gastric cancer surgery. Furthermore, by integrating the institutional experience of 370 gasless laparoscopy-assisted gastric cancer surgeries performed at Harbin Medical University Cancer Hospital, we critically examine the technical challenges associated with this method, with particular focus on its procedural advantages and technical feasibility. The article also elaborates on the clinical value and significance of gasless approaches.

**【Key words】** Laparoscopy; Gasless laparoscopy; Gastric cancer

### 1 腹腔镜手术在胃癌治疗领域的发展

1994年日本Kitano等<sup>[1]</sup>首次报道腹腔镜辅助胃切除术用于胃癌治疗, 意味着胃癌的外科治疗进入了微创时代。随着腔镜技术的进步与发展, 微创手术技术在胃癌的外科治疗中已取得了广泛的应用, 且适应证不断扩展, 由早期胃癌扩展到进展期胃癌。以日本的JCOG1401和韩国的KLASS03为代表的国外随机对照试验, 以及我国李国新教授团队的CLASS02随机对照试验表明, 腹腔镜手术的疗效并不逊色于开放的胃癌手术<sup>[2-4]</sup>。腹腔镜手术虽然在临床上不断推广应用且相关的研究也

不断深入<sup>[5]</sup>, 但其核心技术CO<sub>2</sub>气腹所带来的副作用和手术实际操作障碍却仍未被解决。

### 2 腹部微创手术核心技术CO<sub>2</sub>人工气腹所带来的问题

随着腹腔镜微创手术的迅速推广和相关研究的不断深入, CO<sub>2</sub>人工气腹所引起的副作用逐渐显现: 皮下气肿, 文献报道发生率达0.3%~2.5%<sup>[6]</sup>; CO<sub>2</sub>气栓, CO<sub>2</sub>人工气腹可能出现的最严重并发症之一, 其致死率可高达28%<sup>[7-9]</sup>。高碳酸血症、酸中毒、心律失常、术后肺水肿、术后肺炎、术后肺功能不全、肠麻痹、腹腔器官缺血、静脉血栓等, 也是CO<sub>2</sub>人工气腹较为常见的并发症<sup>[10-19]</sup>。同时, CO<sub>2</sub>

\*通信作者: 薛英威, E-mail: xueyingwei@hrbmu.edu.cn

人工气腹可增加心脏的前后负荷、心脏指数及全身血管阻力,可能会给心功能不全的患者带来致命的影响<sup>[20-22]</sup>。当CO<sub>2</sub>人工气腹应用于肿瘤患者时,可能会引起Trocar口肿瘤的种植及腹腔肿瘤细胞的播散<sup>[23-25]</sup>。此外,CO<sub>2</sub>人工气腹也会为外科医生的手术过程带来诸多困难:吸引器应用的限制导致出血和烟雾的控制困难;触感丧失、机械移动受限、腹腔内外沟通的隔离限制了手术的灵活性。因此,国内外同行开始不断地探索免气腹的腹腔镜技术。

### 3 免气腹装置的发展历程

免气腹腹腔镜技术的发展离不开免气腹装置的发展和进步。日本Nagai等<sup>[26]</sup>于1991年首次采用自制免气腹装置完成腹腔镜胆囊切除术。目前文献报道应用于临床实践中的免气腹装置包括:三叶形腹壁提拉器、扇形腹壁提拉器、W形腹壁提拉器、悬吊前腹壁皮肤的链式拉钩以及McColl团队研发的腹壁提拉器<sup>[27]</sup>,另外还有日本外科医生Nakamura在1996年将立臂高度降低并去掉横臂的改良装置<sup>[28]</sup>,以及国内王秋生团队和张元团队自制研发的多种腹壁提拉器<sup>[29-31]</sup>。但上述免气腹装置仅见于文献的零星报道,未能广泛应用于临床。

### 4 免气腹腹腔镜辅助技术在胃癌治疗中的发展过程

虽然悬吊免气腹技术解决了CO<sub>2</sub>人工气腹带来的并发症问题,已应用于胆囊切除<sup>[32-33]</sup>、阑尾切除<sup>[34]</sup>、妇科腹腔镜手术<sup>[35-37]</sup>,但在胃癌患者腹腔镜手术治疗中的应用较为局限,汇报文献数量和病例数都不多。2003年日本Sekiguchi团队首次报道了用自制免气腹装置为20例早期胃癌患者实施腹腔镜胃癌根治术,肯定了其安全性和效果<sup>[38]</sup>,随后该团队于2007年总结了40例早期非肥胖胃癌患者免气腹腹腔镜下远端胃癌根治术,证实了该手术的有效性和安全性<sup>[39]</sup>。2009年该团队从消化道重建角度总结了40例行免气腹腹腔镜手术的早期胃癌患者开展Roux-en-Y术式的消化道重建研究,结果显示该术式安全有效<sup>[40]</sup>。我国首次报道免气腹胃癌手术的是李伯皇团队,他们在2006年用自主研发的免气腹器械为早期胃癌患者安全有

效地实施了胃癌根治术<sup>[41]</sup>。2年后,该团队报道了早期胃癌患者20例免气腹和21例气腹腹腔镜手术队列研究,证实免气腹腹腔镜可能是治疗早期胃癌的一种可行且安全的手术,该术式具有疼痛轻、美容效果好、恢复快等优点<sup>[42]</sup>。2010年该团队又报道了15例免气腹腹腔镜胃间质瘤切除术,与开腹手术相比,该术式具有创伤小、疼痛轻、恢复快的优点<sup>[43]</sup>。2011年Chang等<sup>[44]</sup>报道了31例早期胃癌患者免气腹远端胃癌根治术,在治疗效果相同的前提下,与开腹胃癌根治术相比,其疼痛更少、术后炎症反应更少、失血更少、总住院时间更短。2020年,卢灿荣团队报道了75岁以上高龄早期胃癌患者的腹腔镜手术队列研究,包括20例免气腹和20例气腹腹腔镜,二者相比,免气腹胃癌根治术的出血量更少,手术时间更短,并发症发生率更低<sup>[45]</sup>。这些研究结果证实了免气腹腹腔镜胃癌手术对早期非肥胖患者而言,其手术时间比开腹手术和气腹腹腔镜手术更短,出血量更少,术后恢复更快,是安全可行的。但上述研究的共性问题为免气腹悬吊器械仍存在缺陷,主要为手术空间暴露不足,在遇到患者肌张力高或者腹壁脂肪厚时这一缺陷尤为明显。

### 5 哈尔滨医科大学附属肿瘤医院开展免气腹腹腔镜辅助胃癌手术的经验

薛英威教授团队自2012年起开始自主研发免气腹腹部牵开器,先后获得2项发明专利和5项实用新型专利,并获得2022年度黑龙江省医疗卫生新技术一类推广项目支持。2021年4月,笔者团队自主研发的4.0版本免气腹腹部牵开器开始应用于胃癌微创手术,成功地代替了以CO<sub>2</sub>气腹作为技术核心的主流腹腔镜手术,进而避免了因CO<sub>2</sub>气腹所造成的副作用和并发症。4.0版本免气腹腹部牵开器成功完成了32例早期胃癌根治术,其临床研究结果发表在《哈尔滨医科大学学报》<sup>[46]</sup>。该研究发现免气腹腹腔镜组(观察组)和CO<sub>2</sub>气腹腹腔镜组(对照组)患者的手术时长、术中出血量以及淋巴结切除总数差异无统计学意义( $P>0.05$ ),但观察组的呼气末CO<sub>2</sub>分压小于对照组( $P<0.05$ )。两组患者术后进食时间、术后排气时间、术后住院时长以及术后并发症发生率的差异无统计学意义( $P>0.05$ ),但观察组术后镇痛时间、胃管拔出时

间、引流管拔出时间短于对照组( $P<0.05$ )。由此可见,免气腹腹腔镜技术安全可靠,同时可有效避免常规腹腔镜手术 $CO_2$ 气腹的相关并发症,缩短镇痛时间,适用人群更为广泛。笔者团队进一步对4.0版本免气腹腹部牵开器进行了升级改良,目前研发出的5.0系列版本免气腹装置(图1),已能满足临床开展免气腹腹腔镜胃癌根治术的要求。

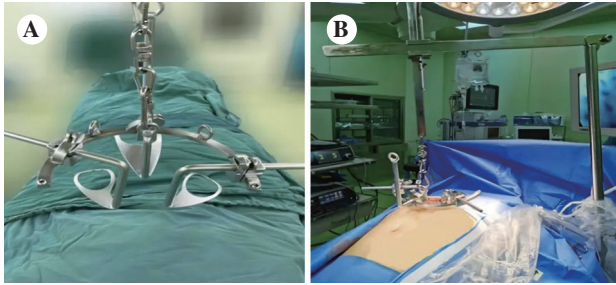


图1 5.0系列版本免气腹装置

注:A,悬吊拉钩与半圆环连接器连接固定,机械臂连接正中主拉钩效果图;B,免气腹装置术中效果图。

## 6 免气腹腹腔镜辅助下远端胃癌根治术步骤简介

### 6.1 安装免气腹拉钩和放置 Trocar

(1)患者全身麻醉气管插管后,人字形平卧位消毒铺单。依据患者剑突与脐环的距离,在上腹部正中做一长约6 cm的纵行切口,用手术刀切开皮肤后,换电刀切开皮下组织、白线、腹膜,进入腹腔,置入12 cm切口保护圈。

(2)安装免气腹腹部牵开器是最关键的步骤:分别将3条悬吊拉钩沿切口置入腹腔内,调整拉钩位置并与切口外半圆环连接器连接固定,机械臂连接正中主拉钩并带动整体腹部牵开器将腹壁垂直悬吊以建立手术空间。腹腔镜通过此切口探查拉钩处情况(有无系膜及肠管牵拉),(女性)探查盆腔道格拉斯陷窝、子宫、卵巢,(男性)探查直肠膀胱凹陷,探查中下腹肠管及系膜,探查横结肠、系膜及肝脏等其他脏器(有无转移,若有转移需详细描述),探查胃癌情况(位置、肉眼大小、浆膜情况、淋巴结情况)。术中判断胃癌分期,决定切除范围。

(3)在脐环下缘约2 cm横行切开腹壁,放置10 mm套管作为观察孔,右侧锁骨中线平脐处放置12 mm套管作为主操作孔,左侧对称位放置5 mm套管作为辅操作孔。置入腹腔镜观察 Trocar 口有无出血、腹内脏器有无损伤,直视下于悬吊拉钩右

辅助叶环处放置5 mm套管作为辅助操作孔。注意避开腹壁内的牵开器钩部。术者站在患者右侧双手持腹腔镜器械;第一助手站在患者两腿间,左手扶镜,右手持腹腔镜器械;第二助手站在患者右侧头端,双手持长卵圆钳伸入切口辅助牵拉操作(图2)。

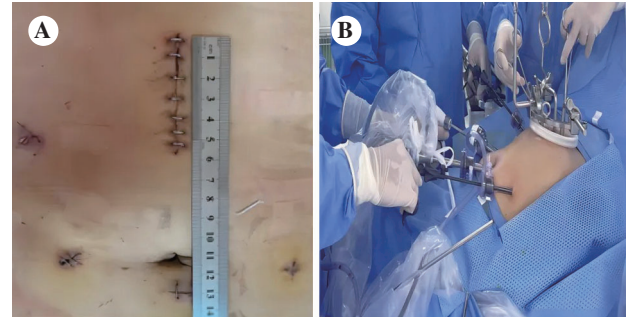


图2 免气腹腹腔镜辅助下远端胃癌根治术的腹部切口、Trocar 口及术者站位

注:A,腹部辅助切口6 cm,Trocar 孔分布;B,术中术者与助手站位。

### 6.2 免气腹腹腔镜离断远端胃血管,清扫 D2+淋巴结

(1)第二助手右手持长卵圆钳伸入辅助切口内将大网膜向头侧提起,第一助手左手扶镜,右手持腹腔镜肠钳向右下方抓横结肠,术者左手持腹腔镜无损伤抓钳,右手持超声刀由横结肠无血管区分离胃结肠韧带,向左至结肠脾曲,超声刀离断胃网膜左静脉,游离胃大弯至胃网膜左动脉第二分支处清扫 No.4sb 组淋巴结;向右由横结肠上缘无血管区分离胃结肠韧带至结肠肝曲,清扫 No.4d 组淋巴结。

(2)显露结肠中动脉,于胰腺下缘分离、显露肠系膜上静脉,紧贴胰头表面分离暴露胃网膜右动、静脉,在根部离断,清扫 No.6 组淋巴结。

(3)暴露胃十二指肠动脉,沿胃十二指肠动脉向上,分离十二指肠、胃窦与胰腺之间的疏松组织,暴露胃右动脉,并于胃右动脉根部夹闭切断,清扫 No.5 组淋巴结。

(4)游离十二指肠球部至幽门下2 cm,经右下腹12 mm套管用腹腔镜直线切割闭合器离断十二指肠。

(5)沿肝下缘游离小网膜囊至贲门右侧(此处经常见有副肝动脉),做好保护后将胃远端从悬吊钩切口处拉出(图3)。

(6)打开肝十二指肠韧带,暴露肝固有动脉,清扫 No.12a 组淋巴结(图4A)。

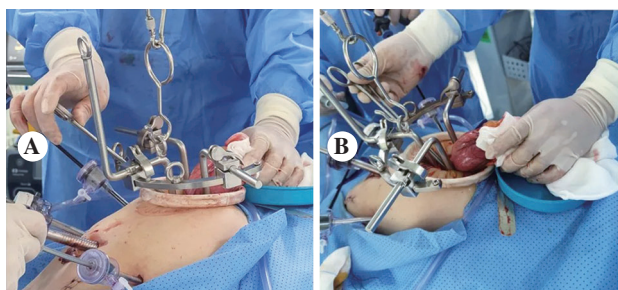


图3 免气腹腹腔镜辅助下远端胃癌根治术中的助手操作注:A,助手通过小切口提拉胃;B,助手用肠钳或者肠压板协助术者。

(7)在胰腺上缘顺延暴露肝总动脉,沿动脉鞘分离,清扫 No.8a/8p 组淋巴结。近腹腔干处暴露胃左静脉,近根部结扎离断。显露腹腔干、脾动脉近端、胃左动脉,清扫 No.7、9、11p 组淋巴结(图4B),于胃左动脉根部用双血管夹夹闭并离断胃左动脉。于胃小弯中部向胃左动脉方向游离小弯侧网膜组织,清扫 No.1a、1b、3a 组淋巴结。

(8)经右下腹套管用直线切割闭合器离断远端胃。镜下浆肌层包埋十二指肠残端和残胃切缘。提起横结肠找到 Treitz 韧带,距 Treitz 韧带 18 cm 处空肠开孔,残胃大弯远端开孔。经右下腹套管用直线切割闭合器行胃空肠吻合。充分止血,仔细蒸

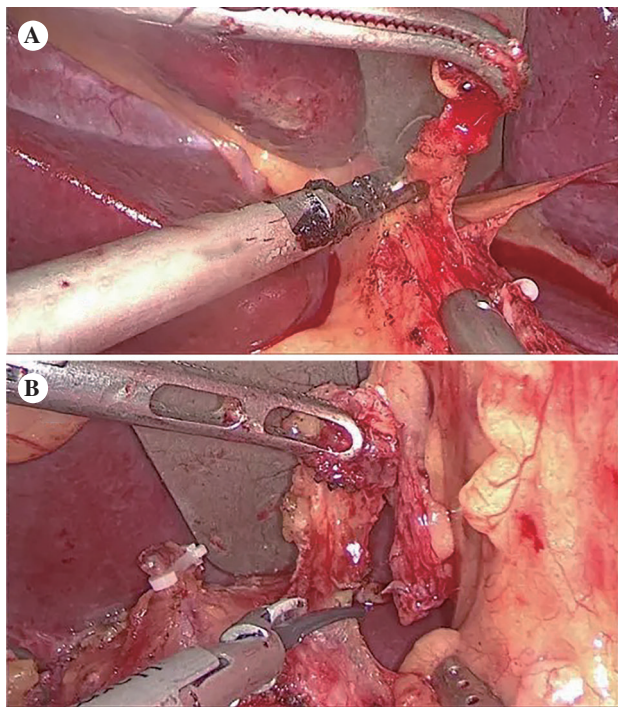


图4 免气腹腹腔镜辅助下远端胃癌根治术中清扫胃左动脉、胰腺、肝总动脉和脾门区的淋巴结,助手使用肠压板遮挡肝脏及通过小切口提拉胃和大网膜注:A,清扫 No.12 组淋巴结;B,清扫 No.7、8、9、11 组淋巴结。

馏水冲洗腹腔。

### 6.3 拆卸免气腹拉钩及 Trocar,直视下补充消化道重建

(1)经上腹部小切口内翻包埋缝合胃肠共同开口。将输入、输出段空肠经小切口提出腹外,距胃肠吻合口 8 cm 处行空肠侧侧吻合。

(2)确认胃管在胃内的位置,冲洗吻合口确认无出血。Winslow 孔处放置引流管,由右侧套管孔引出固定。拔出 Trocar、拆除免气腹拉钩。逐层缝合腹壁小切口,术毕。

## 7 免气腹腹腔镜辅助下胃癌根治性全胃切除术步骤简介

### 7.1 安装免气腹拉钩、放置 Trocar 和术者站位

此步骤与远端胃癌根治术操作一致。

### 7.2 清扫 D2+淋巴结,拆卸免气腹拉钩,消化道重建

(1)清扫 No.4sb 组淋巴结与远端胃癌根治术操作相同。继续沿脾胃韧带向上至贲门右侧游离脾胃韧带,清扫 No.4sa 组、No.2 组淋巴结。选择性清扫 No.11d 组、No.19 组淋巴结。游离食管后侧、左侧(图 5A)。

(2)余下的淋巴结清扫操作与远端胃癌根治术相同,直至贲门右侧,选择性清扫 No.20 组淋巴结。游离食管右侧、前侧和后侧。

(3)确定食管切除边界,经右下腹套管用直线切割闭合器离断食管(图 5B),经小切口取出标本。

(4)拆除免气腹拉钩,经上腹部小切口将近端空肠拖出体外,结扎部分空肠血管,游离一段空肠系膜,仔细检查空肠血运,距 Treitz 韧带 8~10 cm 直线切割闭合器离断空肠。近端空肠端与距远端空肠端 50 cm 处肠侧壁进行吻合,完成部分消化道重建(图 5C);重新安装免气腹拉钩,腹腔镜完成食管空肠吻合(图 5D),内翻包埋缝合食管空肠共同开口(图 5E);腹腔冲洗,放置引流,关闭切口步骤与远端胃癌根治术操作一致。

## 8 免气腹腹腔镜辅助胃癌微创手术的有效性和安全性

该技术的有效性总结如下。①操作灵活性更强:由于没有气腹,术者可以自由操作吸引器,及

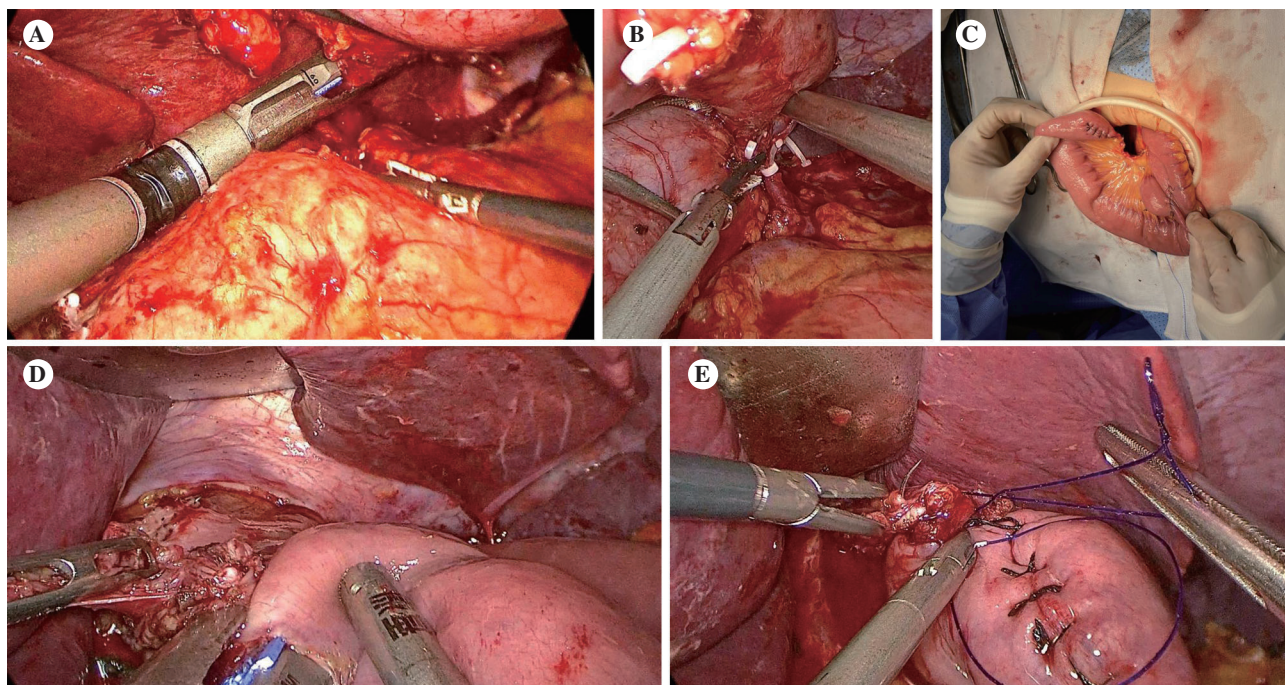


图5 免气腹腹腔镜辅助下胃癌根治性全胃切除术的主要步骤

注:A,游离食管下段左侧血管;B,腔镜下使用直线切割闭合器离断食管;C,经上腹部小切口辅助完成消化道重建,直视下处理空肠系膜血管,使用线型切割闭合器完成空肠间侧侧吻合;D,重新安装免气腹拉钩,腔镜下使用线型切割闭合器完成食管空肠吻合(Overlap吻合);E,腔镜下使用倒刺线连续内翻缝合包埋食管空肠共同开口。

时清除烟雾,优化视野,更好地控制出血,使手术得以顺利进行。②小切口的优势:通过辅助小切口,术者可以更方便地进行腹腔内外的操作和沟通,为手术提供更有效的支持。③腹腔镜的放大作用加上吸引器的烟雾和出血控制,使得D2淋巴结清扫更加容易。④减少了创伤:切口一般控制在6 cm左右,同时可以成功减少1个Trocar的使用。

该技术的安全性总结如下。①优化适应证:该技术更符合微创手术的原则,避免了传统气腹手术中的一些并发症,如空气栓塞、高碳酸血症、术中血压波动、心律失常、皮下气肿及术后肩痛等,使得一些高龄患者或有心脑血管疾病等的患者也能接受胃癌手术。②无瘤手术原则:通过严格遵循无瘤操作原则,有效避免了CO<sub>2</sub>气腹对肿瘤及机体免疫的潜在影响,从根本上降低了肿瘤复发的风险。③器械成熟安全:免气腹悬吊牵开器作为一类医疗器械,已被验证为安全且实用,能够可靠地为腹腔镜手术创造条件,保障手术安全。

## 9 免气腹腹腔镜辅助技术的问题和展望

腹腔镜胃癌根治术与胆囊切除术、阑尾切除术及妇科手术相比,其操作时间更长,淋巴结清扫

操作对手术空间暴露的充分度要求较高。目前文献报道的悬吊免气腹器械仍存在手术空间暴露不理想、悬吊设备妨碍手术操作等问题。但笔者团队研发并应用的全新的、免气腹形成的腹壁悬吊装置所建立的手术操作空间,完全可以达到气腹膨隆腹腔的效果,并且在操作上对于止血、除烟、清扫淋巴结等更具有便利性。目前,已成功应用5.0版本免气腹装置为患者实施腹腔镜辅助下胃癌微创手术370例,其中最年长者85岁,体重指数最大者33.4 kg/m<sup>2</sup>,适用于绝大多数胃癌患者。

综上所述,免气腹腹腔镜胃癌根治术的发展前景广阔,潜力巨大,但仍需要广大同行共同参与规范技术和推广应用,以惠及基层外科医生和患者,为真正需要微创手术的胃癌患者提供新的治疗可能。

**利益冲突** 本文作者均声明不存在利益冲突

**作者贡献声明** 汪亦民,负责撰写初稿;薛英威,负责文章的总体构思和框架设计,以及文章内容的最终审阅、修改与润色工作。

## 参考文献

[1] KITANO S, ISO Y, MORIYAMA M, et al. Laparoscopy-

- assisted Billroth I gastrectomy [J]. *Surg Laparosc Endosc*, 1994, 4(2):146–148.
- [2] 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.
- [3] HYUNG W, YANG H, HAN S, et al. A feasibility study of laparoscopic total gastrectomy for clinical stage I gastric cancer: a prospective multi-center phase II clinical trial, CLASS 03 [J]. *Gastric Cancer*, 2019, 22(1):214–222.
- [4] LIU F, HUANG C, XU Z, et al. Chinese Laparoscopic Gastrointestinal Surgery Study (CLASS) Group. 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.
- [5] BALAYSSAC D, SELVY M, MARTELIN A, et al. Clinical and Organizational Impact of the AIRSEAL® Insufflation System During Laparoscopic Surgery: A Systematic Review [J]. *World J Surg*, 2021, 45(3):705–718.
- [6] LUKETINA R, LUKETINA TLH, ANTONIOU SA, et al. Prospective randomized controlled trial on comparison of standard CO2 pressure pneumoperitoneum insufflator versus AirSeal® [J]. *Surg Endosc*, 2021, 35(7):3670–3678.
- [7] MAGRINA JF. Complications of laparoscopic surgery [J]. *Clin Obstet Gynecol*, 2002, 45(2): 469–480.
- [8] REN H, TONG Y, DING X, et al. Abdominal wall-lifting versus CO2 pneumoperitoneum in laparoscopy: a review and meta-analysis [J]. *Int J Clin Exp Med*, 2014, 7(6):1558–1568.
- [9] MYLES PS. Bradyarrhythmias and laparoscopy: a prospective study of heart rate changes with laparoscopy [J]. *Aust N Z J Obstet Gynaecol*, 1991, 31(2):171–173.
- [10] SIDLER M, WONG Z, EATON S, et al. Insufflation in minimally invasive surgery: Is there any advantage in staying low? [J]. *J Pediatr Surg*, 2020, 55(7):1356–1362.
- [11] KABAKCHIEV C, VALVERDE A, SINGH A, et al. Cardiovascular and respiratory effects of carbon dioxide pneumoperitoneum in the domestic rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) [J]. *Can J Vet Res*, 2020, 84(2):108–114.
- [12] VILOS GA, TERNAMIAN A, DEMPSTER J, et al. No. 193 –Laparoscopic Entry: A Review of Techniques, Technologies, and Complications [J]. *J Obstet Gynaecol Can*, 2017, 39(7): e69–e84.
- [13] LI H, ZHENG Z, ZHANG N, et al. Intra-operative open-lung ventilatory strategy reduces postoperative complications after laparoscopic colorectal cancer resection: A randomised controlled trial [J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2021, 38(10):1042–1051.
- [14] 韦维, 黄许森, 岑小宁, 等. 腹腔镜结直肠癌手术中CO2气腹压力对急性胃肠损伤的影响 [J]. *中国现代手术学杂志*, 2017, 21(2):94–98.
- [15] KRONBERG U, KIRAN RP, SOLIMAN MS, et al. A characterization of factors determining postoperative ileus after laparoscopic colectomy enables the generation of a novel predictive score [J]. *Ann Surg*, 2011, 253(1):78–81.
- [16] 冯梅. 腹腔镜手术对内脏血液灌注的影响 [C]. 广西医学会. 2015年广西麻醉学术年会论文集, 2015:187–192.
- [17] DEMYTTENAERE S, FELDMAN LS, FRIED GM. Effect of pneumoperitoneum on renal perfusion and function: a systematic review [J]. *Surg Endosc*, 2007, 21(2):152–160.
- [18] NGUYEN NT, WOLFE BM. The physiologic effects of pneumoperitoneum in the morbidly obese [J]. *Ann Surg*, 2005, 241(2):219–226.
- [19] 刘洁. 围术期护理对高龄患者腹腔镜胆囊切除术后下肢深静脉血栓形成的干预效果观察 [J]. *基层医学论坛*, 2022, 26(24):129–132.
- [20] LARSEN JF, SVENDSEN FM, PEDERSEN V. Randomized clinical trial of the effect of pneumoperitoneum on cardiac function and haemodynamics during laparoscopic cholecystectomy [J]. *Br J Surg*, 2004, 91(7):848–854.
- [21] ANDERSSON L, LINDBERG G, BRINGMAN S, et al. Pneumoperitoneum versus abdominal wall lift: effects on central haemodynamics and intrathoracic pressure during laparoscopic cholecystectomy [J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2003, 47(7):838–846.
- [22] WU M, WANG M, YANG C, et al. Inflammatory response attenuation in patients undergoing gasless laparoscopic gastrectomy [J]. *Hepatogastroenterology*, 2013, 60(123):439–442.
- [23] 王伟, 尹家俊, 朱瑞萍. 腹腔镜结直肠癌手术对肿瘤细胞种植转移的影响 [J]. *中国肿瘤外科杂志*, 2018, 10(1):23–25, 32.
- [24] 戴春阳, 韩璐. 妇科恶性肿瘤腹腔镜术后穿刺孔转移的研究进展 [J]. *国际妇产科学杂志*, 2018, 45(4):

- 455-459.
- [25] 汪刘华, 陈杰. CO<sub>2</sub> 气腹促进胃肠道肿瘤侵袭转移的研究进展[J]. 肿瘤研究与临床, 2012, 24(7):498-500.
- [26] NAGAI HA. New method of laparoscopic cholecystectomy: an abdominal wall lifting technique without pneumoperitoneum[J]. SLE, 1991, (7):126-128.
- [27] CHIN AK, MOLL FH, MCCOLL MB, et al. Mechanical peritoneal retraction as a replacement for carbon dioxide pneumoperitoneum [J]. J Am Assoc Gynecol Laparosc, 1993, 1(1):62-66.
- [28] 胡海, 王宇翔, 王维东. 腹腔镜技术的发展与展望[J/CD]. 中华腔镜外科杂志(电子版), 2010, 3(5):4.
- [29] 王秋生, 邓绍庆, 黄蕊庭, 等. 自制非气腹装置在腹腔镜外科手术中的应用 [J]. 中华外科杂志, 1995, 33(1):15-18.
- [30] 王秋生, 李恩宽, 岳勇, 等. 免气腹装置的研制及其临床应用[J]. 中华外科杂志, 2001, 39(4):278-281.
- [31] 张元, 姚永红, 周异群, 等. 支撑式免气腹装置研制及临床应用的效果观察[J]. 江西医学院学报, 2009, 49(3):118-119.
- [32] 俞金龙, 高毅, 王宇. 免气腹与气腹式腹腔镜手术对比[J]. 世界华人消化杂志, 2000, 8(2):146.
- [33] 潘延涌, 吕杰, 张炳远. 三种二孔法腹腔镜胆囊切除术的临床应用[J]. 临床外科杂志, 2009, 17(2):141-142.
- [34] 王耀伟, 李军. 免气腹腹腔镜阑尾切除术治疗老年阑尾炎患者的研究[J]. 临床研究, 2021, 29(9):44-45.
- [35] 孙桦, 刘建华, 蔡任飞, 等. 免气腹腹腔镜肌壁间子宫肌瘤剔除术 65 例临床分析[J]. 中国内镜杂志, 2007, 13(8):792-794, 797.
- [36] 熊西, 周圣涛. 免气腹腹腔镜在妇科手术中的应用发展[J]. 现代妇产科进展, 2023, 32(12):946-948.
- [37] 马黎红, 贺艳. 细节管理在悬吊式免气腹单孔腹腔镜妇科手术中的应用效果 [J/CD]. 实用妇科内分泌电子杂志, 2023, 10(33):91-93.
- [38] HYODO M, HOSOYA Y, YOKOYAMA T, et al. Gasless laparoscopy-assisted distal gastrectomy for early cancer via mini-laparotomy using an abdominal wall lift [J]. Hepatogastroenterology, 2003, 50(54):2279-2281.
- [39] HYODO M, HOSOYA Y, KURASHINA K, et al. Gasless laparoscopy-assisted distal gastrectomy is feasible and useful for non-obese patients with early gastric cancer [J]. Hepatogastroenterology, 2007, 54(78):1854-1857.
- [40] HOSOYA Y, LEFOR A, HYODO M, et al. Gasless laparoscopic distal gastrectomy with Roux-en-Y reconstruction[J]. Hepatogastroenterology, 2009, 56(94-95):1571-1575.
- [41] LIN M, CHOU T, LAI P, et al. A new surgical technique: miniinvasive surgery for radical subtotal gastrectomy by gasless laparoscopy-assist for early cancer [J]. Hepatogastroenterology, 2006, 53(72):843-844.
- [42] CHOU T, WU M, WANG M, et al. Gasless laparoscopy-assisted subtotal gastrectomy for early gastric cancer: a novel minimally invasive surgery[J]. J Gastrointest Surg, 2008, 12(4):695-700.
- [43] WU J, YANG C, WANG M, et al. Gasless laparoscopy-assisted versus open resection for gastrointestinal stromal tumors of the upper stomach: preliminary results [J]. J Laparoendosc Adv Surg Tech A, 2010, 20(9):725-729.
- [44] CHANG T, CHEN C, WANG M, et al. Gasless laparoscopy-assisted distal gastrectomy for early gastric cancer: analysis of initial results[J]. J Laparoendosc Adv Surg Tech A, 2011, 21(3):215-220.
- [45] 崔建新, 刘庆, 闻巍, 等. 新型免气腹腔镜技术在高龄胃癌患者 D2 根治术的应用价值研究[J]. 中国现代普通外科进展, 2020, 23(6):439-442, 447.
- [46] 王西波, 汪亦民, 张瑶, 等. 免气腹腹腔镜胃癌根治术治疗远端胃癌临床疗效观察[J]. 哈尔滨医科大学学报, 2022, 56(3):234-237.

收稿日期:2024-12-24