



doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2017.04.015
http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.1005-6947.2017.04.015
Chinese Journal of General Surgery, 2017, 26(4):494-500.

· 临床研究 ·

纳米碳示踪技术在腹腔镜结肠癌根治术中的应用

葛现才^{1,2}, 周岩冰¹, 徐宪辉², 刘伟静², 刘青³, 张勤²

(1. 青岛大学医学院 普通外科, 山东 青岛 266071; 中国人民解放军第四〇一医院 2. 普通外科 3. 麻醉科, 山东 青岛 266071)

摘要

目的: 纳米碳示踪技术在腹腔镜结肠癌根治术中的应用价值。

方法: 将35例结肠癌患者随机分为研究组(15例)和对照组(20例), 研究组在行肿瘤组织周围黏膜或浆膜下纳米碳注射后行腹腔镜结肠癌根治术, 对照组直接行腹腔镜手术, 比较两组相关临床指标及淋巴结检出情况。

结果: 研究组与对照组的手术切口总长度、肛门排气时间、术后进食时间、住院时间差异均无统计学意义(均 $P>0.05$), 但研究组的手术时间与术中出血量明显低于对照组(均 $P<0.05$)。两组除肠旁组淋巴结获取数目上差异无统计学意义外($P=0.078$), 研究组在淋巴结清扫总数目、 <5 mm淋巴结数目、阳性淋巴结数目方面均优于对照组(均 $P<0.05$)。

结论: 腹腔镜结肠癌根治术中联合纳米碳淋巴示踪技术, 能弥补腹腔镜手术触觉感的不足, 做到了微创与精准并重, 明显提高淋巴结检出率。

关键词

结肠肿瘤; 腹腔镜; 着色剂; 纳米粒子; 淋巴结切除术

中图分类号: R735.3

Application of carbon nanoparticle tracer technique in radical laparoscopic colon cancer surgery

GE Xiancai^{1,2}, ZHOU Yanbing¹, XU Xianhui², LIU Weijing², LIU Qing³, ZHANG Qin²

(Department of General Surgery, Affiliated Hospital, Qingdao University, Qingdao, Shandong 266071, China; 2. Department of General Surgery 3. Department of Anesthesia, No.401 Hospital of People's Liberation Army, Qingdao, Shandong 266071, China)

Abstract

Objective: To determine the value of using carbon nanoparticle tracer in radical laparoscopic colon cancer surgery.

Methods: Thirty-five patients with colon cancer were randomly designated to study group (15 cases) and control group (20 cases). Patients in study group underwent submucosal or subserosal injection of carbon nanoparticles around the tumor prior to radical laparoscopic colon cancer surgery, while those in control group underwent laparoscopic surgery directly. The main clinical variables and lymph node detection were compared between the two groups.

Results: There was no statistical difference in length of incision, time to gas passage, time to postoperative food intake and length of hospital stay between the two groups (all $P>0.05$), but the operative time and intraoperative blood loss were significantly reduced in study group compared with control group (both $P<0.05$). Except

基金项目: 山东省青岛市公共领域科技支撑计划资助项目(2014-14-036-YY)。

收稿日期: 2016-06-22; 修订日期: 2016-10-24。

作者简介: 葛现才, 中国人民解放军第四〇一医院主治医师, 主要从事胃肠道恶性肿瘤诊治方面的研究。

通信作者: 张勤, Email: zqin401@163.com

the number of dissected paracolic lymph nodes that showed no statistical difference between the two groups ($P=0.078$), the total number of dissected lymph nodes, the number of lymph nodes <5 mm and number of positive lymph nodes in study group were all superior to those in control group (all $P<0.05$).

Conclusion: In radical laparoscopic colon cancer surgery, using carbon nanoparticle tracer technique can overcome the lack of tactile sense in the process of laparoscopic surgery, allow the combination of minimal invasiveness and precision, and significantly improve the lymph node detection rate.

Key words

Colonic Neoplasms; Laparoscopes; Coloring Agents; Nanoparticles; Lymph Node Excision

CLC number: R735.3

结肠癌占有恶性肿瘤的10%~15%，其发病率逐年增高，全球居第4位^[1]，严重影响人们的生活质量。随着腹腔镜手术技术的日益成熟，微创外科也成为胃肠肿瘤外科领域的主要发展方向^[2]，但腹腔镜手术缺乏开腹手术的触觉感^[3-4]，对于肿瘤较小、未侵及浆膜层的早期结肠癌，如何术中定位肿瘤并确定合理的切除和清扫范围一直困扰着临床。就如何弥补腹腔镜手术的不足，准确定位肿瘤位置和规范手术切除范围，改善患者的预后，做到微创与精准并重，提高结肠癌个体化治疗的科学性，我院将腹腔镜手术技术和纳米碳（carbon nanoparticles, CNP）淋巴示踪技术相结合，有效的解决了这个临床瓶颈，达到了预期效果，现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择中国人民解放军第四〇一医院普通外科自2013年04月—2016年05月为止收治的结肠癌患者中的35例为研究对象，其中男19例，女16例；年龄29~75岁，平均（55.12±18.17）岁；其中肿瘤位于右半结肠11例，横结肠4例，降结肠10例，乙状结肠10例；按形态分型隆起型12例，溃疡型16例，浸润型7例；按TNM分期，其中I期6例，II期14例，III期15例；按肿瘤分化程度，其中高分化13例，中分化12例，低分化、黏液腺癌10例。

纳入标准：(1) 结肠原发恶性肿瘤；(2) 既往无恶性肿瘤病史；(3) 术前未接受新辅助放化疗；(4) 肿瘤可完整切除；(5) 符合且同意腹腔镜手术指征；(6) 愿意接受纳米碳淋巴示踪；(7) 有完整的临床及随访资料。排除标准：(1) 同时性和异时性重复癌患者；(2) 家族性息肉病性结肠癌、遗传性非息肉病性结肠癌和克隆病、溃疡性结肠炎恶变等

疾病；(3) 心、肺等功能欠佳，无法耐受全麻或既往有腹部手术史，无法行腹腔镜手术；(4) 需急诊手术的并发症；(5) 凝血功能障碍者；(6) 妊娠期患者。

35例患者表现出不同程度的腹部隐痛不适、排便习惯及粪便性状改变、贫血、消瘦、无力及体重减轻等全身和局部症状，术前影像学检查明确肠道占位性病变，并行肠镜取病理明确诊断为结肠癌，且符合入组标准。且研究组患者术前均通过医院伦理委员会认可，并签署知情同意书。将患者采用信封的动态随机分配法分为研究组（15例）和对照组（20例），两组患者的一般临床资料差异无统计学意义（均 $P>0.05$ ），具有可比性（表1）。

表1 两组患者的基本临床资料 [n (%)]

资料	研究组 (n=15)	对照组 (n=20)	χ^2	P
性别				
男	8 (53.3)	11 (55.0)	0.10	1.000
女	7 (46.7)	9 (45.0)		
年龄 (岁)				
< 60	9 (60.0)	11 (55.0)	0.088	1.000
≥ 60	6 (40.0)	9 (45.0)		
肿瘤位置				
升结肠	6 (40.0)	5 (25.0)	1.405	0.704
横结肠	2 (13.3)	2 (10.0)		
降结肠	3 (20.0)	7 (35.0)		
乙状结肠	4 (26.7)	6 (30.0)		
肿瘤类型				
隆起型	7 (46.7)	5 (25.0)	1.323	0.516
溃疡型	6 (40.0)	10 (50.0)		
浸润型	2 (13.3)	5 (25.0)		
肿瘤 TNM 分期				
I	4 (26.7)	2 (10.0)	1.731	0.421
II	5 (33.3)	9 (45.0)		
III	6 (40.0)	9 (45.0)		
肿瘤分化程度				
高分化	7 (46.7)	6 (30.0)	1.944	0.378
中分化	5 (33.3)	7 (35.0)		
低分化、黏液腺癌	3 (20.0)	7 (35.0)		

1.2 手术方法

两组患者均采取气管插管全身麻醉，选择合适体位，常规消毒、铺单，建立人工气腹，气压维持在12~15 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa)之间，首先在脐下缘做一1.0 cm Trocar作为观察孔，探查初步腹腔内情况，明确肿瘤位置以及各脏器是否有转移、有无腹腔种植及浆膜层浸润等，然后根据肿瘤所在部位及要实施的手术方式选择合适的部位放置其余Trocar，最后严格遵循外科的无瘤技术和完整结肠系膜切除原则根治性切除相应病变部位及结肠，同时清扫区域淋巴结，最后用吻合器选择在腹腔内或腹腔外重建消化道。研究组中，8例患者术前1 d在我院肠镜下按照内镜黏膜下剥离术(ESD)手术原理在距肿瘤边缘0.5~1.0 cm

均匀选4~6个点，在黏膜下层注射纳米碳淋巴示踪剂，每个点注射0.15~0.25 mL；另外7例患者(在外院行肠镜检查，已明确诊断)在手术当天腹腔镜直视下用穿刺针在距肿瘤边缘0.5~1.0 cm处，根据肿瘤大小选择4~6个点进在腹腔镜下行浆膜下层射纳米碳淋巴示踪剂注射，每个点注射0.15~0.25 mL，每个注射点在注射结束后均用干纱布轻压5~10 s，防止示踪剂外渗影响染色效果，整个注射过程在3 min内完成，注射结束静等10 min后再继续进行手术，在手术过程中研究组在遵循全结肠系膜切除的原则的前提下针对黑染组织和异常通路转移的淋巴组织加以清扫(图1)。所有手术均为同一组医生操作完成。

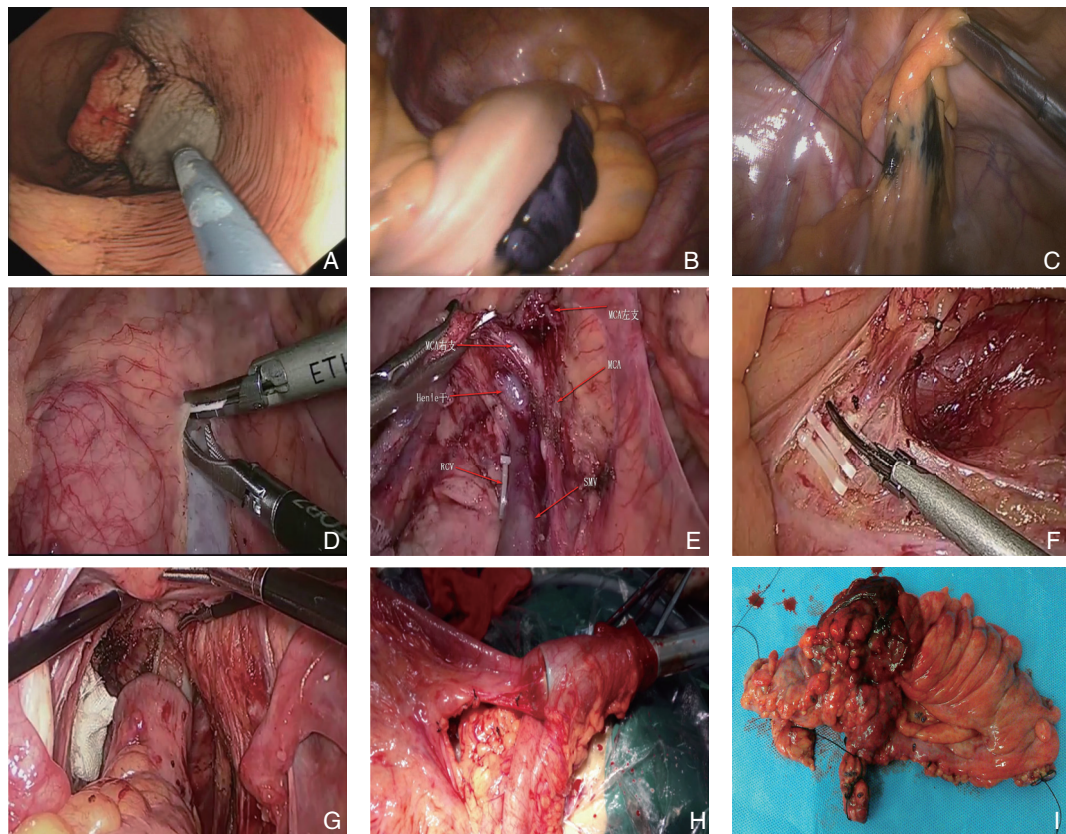


图1 联合纳米碳示踪技术的腹腔镜结肠癌根治术 A: 在结肠镜下向肿瘤边缘黏膜下注射纳米碳示踪剂; B: 腹腔镜下可见纳米碳在肿瘤部位显影; C: 用穿刺针在腹腔镜指示下在肿瘤周围的浆膜层注射纳米碳示踪剂; D: 打开肠系膜上静脉血管鞘, 开始游离、裸化右半结肠血管; E: 结扎、处理后的右半结肠血管; F: 在根部高位结扎肠系膜下动脉血管; G: 完全腹腔镜下进行消化道重建; H: 腹腔外行回肠、横结肠端侧吻合; I: 切除标本可见黑染的前哨淋巴结和区域淋巴结

Figure 1 Radical laparoscopic colon cancer surgery in combination with carbon nanoparticle tracer technique A: Submucosal injection of carbon nanoparticles around the tumor under colonoscopy; B: Presence of carbon nanoparticle staining in the tumor region under laparoscopy; C: Subserosal injection of carbon nanoparticles around the tumor with a puncture needle under guidance of laparoscopy; D: Opening the vessel sheath superior mesenteric vein and isolating and baring the right colonic vessels; E: The right colonic vessels after ligation and treatment; F: High ligation of the inferior mesenteric artery at the root segment; G: Complete laparoscopic digestive tract reconstruction; H: Extraperitoneal end-to-side anastomosis between the terminal ileum and the transverse colon; I: Black stained sentinel lymph nodes and regional lymph nodes in the resected specimens

1.3 标本处理及观察指标

手术标本采集均由专人进行淋巴结检取、固定、染色和检测。分别对两组患者手术时间、术中出血量、肛门排气时间、切口长度、进食时间、住院时间、获取淋巴结总数目、各组清扫淋巴结数目、 <5 mm淋巴结数目和阳性淋巴结数目进行记录、整理、统计分析。

1.4 统计学处理

数据分析采用SPSS 16.0统计软件分析。计量资料采用均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,符合正态分布的两个独立样本间比较采用 t 检验;计数资料组间

比较采用 χ^2 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组手术相关指标间的比较

研究组与对照组患者在手术切口总长度、肛门排气时间、术后进食时间、住院时间方面差异均无统计学意义(均 $P>0.05$),而研究组的手术时间与术中出血量明显低于对照组(均 $P<0.05$)(表2)。

表2 两组患者手术相关指标比较($\bar{x}\pm s$)

Table 2 Comparison of the surgical variables between the two groups of patients ($\bar{x}\pm s$)

组别	<i>n</i>	手术时间 (min)	出血量 (mL)	切口总长度 (cm)	排气时间 (d)	进食时间 (d)	住院时间 (d)
研究组	15	117.4 \pm 27.3	87.9 \pm 31.1	5.9 \pm 0.7	2.4 \pm 1.2	3.1 \pm 0.6	10.0 \pm 2.8
对照组	20	135.2 \pm 26.3	113.7 \pm 35.8	6.0 \pm 0.8	2.7 \pm 1.3	3.3 \pm 0.7	11.5 \pm 2.0
<i>t</i>		2.098	2.13	-0.469	-0.584	-0.507	-1.742
<i>P</i>		0.046	0.039	0.642	0.563	0.616	0.094

2.2 两组治疗效果比较

研究组与对照组比较,除在肠旁组淋巴结获取数目上差异无统计学意义外($P=0.078$),研究

组的获取淋巴结总数目、中间组和中央组清扫淋巴结数目、 <5 mm淋巴结数目和阳性淋巴结数目均明显高于对照组(均 $P<0.05$)(表3)。

表3 两组患者淋巴结清扫数目比较($\bar{x}\pm s$)

Table 3 Comparison of the numbers of lymph node dissections between the two groups ($\bar{x}\pm s$)

组别	<i>n</i>	淋巴结清扫总数 (枚)	各组淋巴结清扫数(枚)			<5 mm 淋巴结数目 (枚)	阳性淋巴结数 (枚)
			肠旁组	中间组	中央组		
研究组	15	16.9 \pm 2.3	8.3 \pm 0.8	5.1 \pm 1.9	3.5 \pm 2.2	8.7 \pm 1.6	6.9 \pm 3.0
对照组	20	13.5 \pm 1.3	7.6 \pm 1.4	3.8 \pm 1.6	2.1 \pm 1.3	7.5 \pm 1.2	4.7 \pm 1.9
<i>t</i>		5.320	1.822	2.298	2.256	2.531	2.518
<i>P</i>		0.000	0.078	0.030	0.035	0.018	0.019

3 讨论

近年来结肠癌逐渐呈现出年轻化、发病率、病死率的“三线”升高趋势,2012年仅全美结肠癌新发病例就高达10万余例^[5],在我国在某些城市或地区结肠癌的发病率已经上升至第2或第3位。虽然经过不断研究结肠癌患者的近期疗效虽然有了显著提高,但因我国结肠癌确诊时多数已为晚期以及淋巴结跳跃式转移等原因的存在^[6-7],使其局部复发率、转移率和存活率没有明显的改善,5年总存活率仍然维持在50%~60%^[8-9]。

手术治疗是结肠癌最有效的、首选的治疗方

法,肿瘤的根治性主要包括足够的手术切缘以及淋巴结清扫范围和数目^[10]。结肠癌的扩散方式中淋巴结转移是主要转移途径,淋巴结清扫的数量是影响结肠癌手术预后的独立因素,阳性淋巴结数是决定结肠癌患者术后是否需要接受辅助治疗的主要依据^[11-12]。研究^[13-16]已证实腹腔镜手术与常规开腹手术相比在淋巴结清扫数目、近期疗效等肿瘤学根治方面具有相同的效果,并在术后胃肠蠕动回复、术后疼痛监测、住院时间、对机体创伤、并发症等方面明显优于常规开腹手术,成为外科治疗结肠癌方法中一种成熟的手术方式,是胃肠肿瘤外科领域发展的主要方向。

但腹腔镜操作缺乏开腹操作手的精细触觉,对于肿瘤瘤体较小、未侵出浆膜层的病变,术中难以准确的判定病变部位和累及范围,且阳性淋巴结大部分直径 $<5\text{ mm}$,导致在手术实际操作过程中不易被发现、清扫不彻底,而盲目的扩大清扫范围,也会相应增加了手术创伤和术后并发症的发生^[17]。由于纳米碳淋巴示踪剂材料的特殊性(图2),笔者研究^[18]发现将其应用于结肠癌手术中,并根据显影结果调整手术清扫范围,可以在增加结肠癌淋巴结清扫数目的同时减少过度医疗的弊端,基于此本研究采用纳米碳混悬注射液为淋巴示踪剂,在常规行全结肠系膜切除清扫区域淋巴结的同时结合发现的淋巴异常引流通路指导、调整根治术中淋巴结清扫范围。本研究发现研究组和对照组在手术时间、术中出血量、肛门排气时间和住院天数均无明显差异,证实术中应用纳米碳指导淋巴结清扫是安全的,并未给患者带来负损伤;而研究组和对照组相比较,在手术时间、术中出血量、获取淋巴结数目、阳性淋巴结数目、中间组和中央组清扫淋巴结数目以及 $<5\text{ mm}$ 淋巴结数目均明显超过对照组,实验证实结肠癌术中使用纳米碳作为示踪剂可以在一定程度上弥补了腹腔镜手术触觉不足,有效提高淋巴结清扫数目和淋巴结检出率,提高术后分期的准确性,可以指导患者进行合理的、规范的后续治疗,在一定程度上提高了患者的预后,弥补了传统淋巴示踪技术的污染性、学习曲线长、成本昂贵、稳定性差、黑染不均等缺点^[18-22],这与Wang等^[23]所报道的相符。

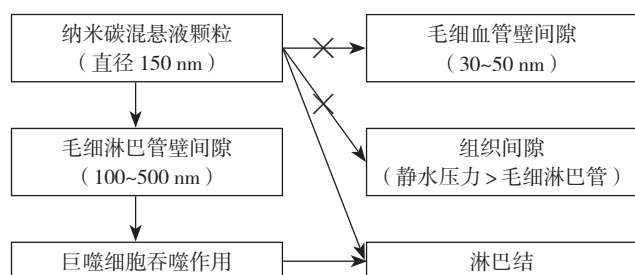


图 2 纳米碳示踪剂的淋巴趋向性原理示意图

Figure 2 Principle sketches of the lymphotaxis of carbon nanoparticle tracer

双镜联合技术是将腹腔镜技术和消化内镜技术联合起来取长补短的一种新的微创技术^[24-25]。本研究中研究组将双镜技术进一步拓展,将纳米

碳示踪技术结合起来,一方面可以帮助术者术中准确定位肿瘤所在位置,标示区域淋巴结转移情况,对肿瘤周围的淋巴通路起到标记和定位的作用,指导手术切除范围,避免了腹腔镜手术缺乏直视手术的手感的不足,有利于医生制定个体化的清扫方式,提高了肿瘤根治性清扫的彻底性和规范性;另一方面可以协助病理科技师在脂肪组织中查找准确、便捷查找淋巴结,避免了病理大切片的步骤繁琐、制作复杂、周期长、费用高等麻烦^[26-27]。

微创技术是时代发展的潮流,腹腔镜在结肠癌根治术应用也越来越广泛^[16, 27-30],并伴随着科技的进步,3D技术和机器人手术系统也逐渐推广,可以更好的减小创伤、加快恢复,但一样缺乏开腹手术的触觉感^[31-33],而将纳米碳淋巴示踪剂与腹腔镜手术技术相结合,做到了微创与精准并重,在一定程度上弥补了触觉感不足的缺陷,提高了结肠癌个体化治疗的科学性,缩短手术时间,降低手术风险,可以准确肿瘤判定TNM分期,进而充分发挥TNM在癌症抗争中的关键作用^[34];还可以弥补基层医院术者经验不足,术中尽可能清扫转移淋巴结,缩短腹腔镜手术学习曲线时间。同样,本研究同样存在不足,第一,入组患者例数太少,仅能在一定程度上提出相应的观点,但不能充分说明问题,还需要多中心、大样本数据进一步证实;第二,本研究尽对患者的术中的相关指标和术后恢复情况进行了统计学分析,至于复发率、存活率等远期疗效还需要进一步跟踪观察。

参考文献

- [1] 王钧庆, 陆风旗, 张雷, 等. 结肠癌肠梗阻的CT检查影像学特征[J]. 中华消化外科杂志, 2015, 14(6):507-510. doi: 10.3760/cma.j.issn.1673-9752.2015.06.017.
Wang JQ, Lu FQ, Zhang L, et al. Imaging characteristics of computed tomography examination in colon cancer combined with obstruction[J]. Chinese Journal of Digestive Surgery, 2015, 14(6):507-510. doi: 10.3760/cma.j.issn.1673-9752.2015.06.017.
- [2] 张贵聪, 罗光辉, 宋涛. 腹腔镜直肠癌手术的常见并发症及其防治措施[J]. 中国普通外科杂志, 2015, 24(11):1613-1617. doi: 10.3978/j.issn.1005-6947.2015.11.023.
Zhang GC, Luo GH, Song T. Common complications of laparoscopic rectal cancer surgery and preventive measures[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2015, 24(11):1613-1617. doi: 10.3978/j.issn.1005-6947.2015.11.023.

- [3] Broholm M, Pommergaard HC, Gögenür I. Possible benefits of robot-assisted rectal cancer surgery regarding urological and sexual dysfunction: a systematic review and meta-analysis[J]. *Colorectal Dis*, 2015, 17(5):375–381. doi: 10.1111/codi.12872.
- [4] Miskovic D, Ni M, Wyles SM, et al. Learning curve and case selection in laparoscopic colorectal surgery: systematic review and international multicenter analysis of 4852 cases[J]. *Dis Colon Rectum*, 2012, 55(12):1300–1310. doi: 10.1097/DCR.0b013e31826ab4dd.
- [5] No authors listed. Cancer statistics[J]. *JAMA*, 2013, 310(9):982. doi: 10.1001/jama.2013.5289.
- [6] 肖格林, 张海涛, 余水全, 等. 多层螺旋CT对结肠癌淋巴结转移的诊断价值[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2015, 13(5):97–99. doi: 10.3969/j.issn.1672–5131.2015.05.030.
Xiao GL, Zhang HT, Yu SQ, et al. Value of multi-slice spiral computed tomography in diagnosing lymph node metastasis of colon carcinoma[J]. *Chinese Journal of CT and MRI*, 2015, 13(5):97–99. doi: 10.3969/j.issn.1672–5131.2015.05.030.
- [7] 崔艳成, 高志冬, 韩龙, 等. 右半结肠癌淋巴结跳跃转移高危因素单中心前瞻性观察性研究[J]. *中国实用外科杂志*, 2015, 35(6):659–663.
Cui YC, Gao ZD, Han L, et al. High risk factors of lymphatic metastasis pattern of right colon neoplasms: a single-center prospective observational study[J]. *Chinese Journal of Practical Surgery*, 2015, 35(6):659–663.
- [8] Siegel R, Desantis C, Jemal A. Colorectal cancer statistics, 2014[J]. *CA Cancer J Clin*, 2014, 64(2):104–117. doi: 10.3322/caac.21220.
- [9] Hacker U, Hallek M, Kubicka S. Multimodality therapy of colorectal cancer[J]. *Internist (Berl)*, 2010, 51(11):1366–1373. doi: 10.1007/s00108–010–2671–9.
- [10] 王国森, 周建平, 盛伟伟, 等. 手助腹腔镜手术与腹腔镜手术治疗结直肠癌的Meta分析[J]. *中国普通外科杂志*, 2016, 25(4):497–509. doi: 10.3978/j.issn.1005–6947.2016.04.007.
Wang GS, Zhou JP, Sheng WW, et al. Hand-assisted laparoscopic surgery versus laparoscopic-assisted surgery for colorectal cancer: a Meta-analysis[J]. *Chinese Journal of General Surgery*, 2016, 25(4):497–509. doi: 10.3978/j.issn.1005–6947.2016.04.007.
- [11] 金希彪, 杨永志, 陈炜, 等. 完整结肠系膜切除治疗结肠癌的疗效分析[J]. *中国普通外科杂志*, 2014, 23(10):1394–1397. doi: 10.7659/j.issn.1005–6947.2014.10.017.
Jin XB, Yang YZ, Chen W, et al. Efficacy of complete mesocolic excision in treatment of colon cancer[J]. *Chinese Journal of General Surgery*, 2014, 23(10):1394–1397. doi: 10.7659/j.issn.1005–6947.2014.10.017.
- [12] 孙艳武, 池畔, 林慧铭, 等. 腹腔镜与开腹完整结肠系膜切除术的疗效比较[J]. *中华胃肠外科杂志*, 2012, 15(1):24–27. doi: 10.3760/cma.j.issn.1671–0274.2012.01.009.
Sun YW, Chi P, Lin HM, et al. Comparison of efficacy between laparoscopic versus open complete mesocolic excision for colon cancer[J]. *Chinese Journal of Gastrointestinal Surgery*, 2012, 15(1):24–27. doi: 10.3760/cma.j.issn.1671–0274.2012.01.009.
- [13] Wang CL, Qu G, Xu HW. The short-and long-term outcomes of laparoscopic versus open surgery for colorectal cancer: a meta-analysis[J]. *Int J Colorectal Dis*, 2014, 29(3):309–320. doi: 10.1007/s00384–013–1827–1.
- [14] 高明, 王存川, 杨景哥, 等. 完全腹腔镜与腹腔镜辅助治疗右半结肠切除术治疗结肠癌的临床疗效对比[J]. *中国微创外科杂志*, 2015, 15(4):314–317. doi: 10.3969/j.issn.1009–6604.2015.04.008.
Gao M, Wang CC, Yang JG, et al. Totally Laparoscopic Versus Laparoscopic-assisted Right Hemicolectomy for Colon Carcinoma: a Comparative Study of Curative Effects[J]. *Chinese Journal of Minimally Invasive Surgery*, 2015, 15(4):314–317. doi: 10.3969/j.issn.1009–6604.2015.04.008.
- [15] Yun JA, Yun SH, Park YA, et al. Single-incision laparoscopic right colectomy compared with conventional laparoscopy for malignancy: assessment of perioperative and short-term oncologic outcomes[J]. *Surg Endosc*, 2013, 27(6):2122–2130. doi: 10.1007/s00464–012–2722–5.
- [16] Bonjer HJ, Deijen CL, Abis GA, et al. A randomized trial of laparoscopic versus open surgery for rectal cancer[J]. *N Engl J Med*, 2015, 372(14):1324–1332. doi: 10.1056/NEJMoa1414882.
- [17] Wang W, Wang R, Wang Y, et al. Preoperative colonic lesion localization with charcoal nanoparticle tattooing for laparoscopic colorectal surgery[J]. *J Biomed Nanotechnol*, 2013, 9(12):2123–2125.
- [18] 葛现才, 张勤, 徐宪辉, 等. 纳米碳示踪技术在结肠癌根治术淋巴结清扫中应用价值研究[J]. *中国实用外科杂志*, 2016, 36(8):904–906. doi: 10.7504/CJPS.ISSN1005–2208.2016.08.22.
Ge XC, Zhang Q, Xu XH, et al. Establishment and value of carbon nanoparticles technology on lymph node dissection in treatment of colorectal cancer[J]. *Chinese Journal of Practical Surgery*, 2016, 36(8):904–906. doi: 10.7504/CJPS.ISSN1005–2208.2016.08.22.
- [19] 田文. 应重视甲状腺全切除术中并发症的预防[J]. *中华外科杂志*, 2015, 53(3):161–163. doi: 10.3760/cma.j.issn.0529–5815.2015.03.001.
Tian W. Pay attention to the prevention of intraoperative complications of total thyroidectomy[J]. *Chinese Journal of Surgery*, 2015, 53(3):161–163. doi: 10.3760/cma.j.issn.0529–5815.2015.03.001.
- [20] 朱中建, 赵凌凌, 左怀全. 腋窝反向淋巴制图在乳腺癌术中的应用现状[J]. *中华普通外科杂志*, 2015, 30(10):838–840. doi: 10.3760/cma.j.issn.1007–631X.2015.10.033.
Zhu ZJ, Zhao LL, Zuo HQ. Current status of axillary reverse lymphatic mapping in breast cancer surgery[J]. *Zhong Hua Pu Tong Wai Ke Za Zhi*, 2015, 30(10):838–840. doi: 10.3760/cma.j.issn.1007–631X.2015.10.033.

- [21] 李宗林, 姜淮芜, 徐亮, 等. 进展期胃癌个体化淋巴结清扫术[J]. 中华普通外科杂志, 2015, 30(12):999-1000. doi: 10.3760/cma.j.issn.1007-631X.2015.12.023.
- Li ZL, Jiang HW, Xu L, et al. Individualized lymph node dissection for advanced gastric cancer[J]. Zhong Hua Pu Tong Wai Ke Za Zhi, 2015, 30(12):999-1000. doi: 10.3760/cma.j.issn.1007-631X.2015.12.023.
- [22] 叶轲, 李新营, 常实, 等. 纳米炭在腔镜下甲状腺癌手术中的临床应用[J]. 中国普通外科杂志, 2016, 25(5):653-658. doi: 10.3978/j.j.issn.1005-6947.2016.05.005.
- Ye K, Li XY, Chang S, et al. Clinical application of carbon nanoparticles in endoscopic surgery for thyroid carcinoma[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2016, 25(5):653-658. doi: 10.3978/j.j.issn.1005-6947.2016.05.005.
- [23] Wang Y, Deng H, Chen H, et al. Preoperative Submucosal Injection of Carbon Nanoparticles Improves Lymph Node Staging Accuracy in Rectal Cancer after Neoadjuvant Chemoradiotherapy[J]. J Am Coll Surg, 2015, 221(5):923-930. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2015.07.455.
- [24] 袁育韬, 汪灏, 王萌, 等. 早期胃癌内镜下黏膜剥离术后二次手术的原因分析[J]. 中华普通外科杂志, 2016, 31(6):460-462. doi: 10.3760/cma.j.issn.1007-631X.2016.06.007.
- Yuan YT, Wang Y, Wang M, et al. Remedy radical gastrectomy after endoscopic submucosal dissection for early gastric cancer[J]. Zhong Hua Pu Tong Wai Ke Za Zhi, 2016, 31(6):460-462. doi: 10.3760/cma.j.issn.1007-631X.2016.06.007.
- [25] 张再重, 王雯, 王烈. 双镜联合技术在结直肠肿瘤中的应用[J]. 中华胃肠外科杂志, 2015, 18(6):540-543. doi: 10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2015.06.006.
- Zhang ZZ, Wang W, Wang L. Application of combined laparoscopic endoscopic procedures in the treatment of colorectal neoplasms[J]. Chinese Journal of Gastrointestinal Surgery, 2015, 18(6):540-543. doi: 10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2015.06.006.
- [26] 杨涛, 张朝蓬, 刘广, 等. MRI三维评价乳腺癌新辅助化疗后残余肿瘤范围的准确性[J]. 中华外科杂志, 2015, 53(4):280-284. doi: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2015.04.010.
- Yang T, Zhang CP, Liu G, et al. Accuracy of MRI for estimating residual tumor size after neoadjuvant chemotherapy in breast cancer with three-dimensional reconstruction technique[J]. Chinese Journal of Surgery, 2015, 53(4):280-284. doi: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2015.04.010.
- [27] 杨盈赤, 王今, 金岚, 等. 完整结肠系膜切除术治疗右半结肠癌的临床和病理研究[J]. 中华外科杂志, 2016, 54(1):25-29. doi: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2016.01.007.
- Yang YC, Wang J, Jin L, et al. The clinical and pathological research of complete mesocolic excision on the treatment of right colon cancer[J]. Chinese Journal of Surgery, 2016, 54(1):25-29. doi: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2016.01.007.
- [28] Fleshman J, Branda M, Sargent DJ, et al. Effect of Laparoscopic-Assisted Resection vs Open Resection of Stage II or III Rectal Cancer on Pathologic Outcomes: The ACOSOG Z6051 Randomized Clinical Trial[J]. JAMA, 2015, 314(13):1346-1355. doi: 10.1001/jama.2015.10529.
- [29] Stevenson AR, Solomon MJ, Lumley JW, et al. Effect of Laparoscopic-Assisted Resection vs Open Resection on Pathological Outcomes in Rectal Cancer: The ALaCaRT Randomized Clinical Trial[J]. JAMA, 2015, 314(13):1356-1363. doi: 10.1001/jama.2015.12009.
- [30] 刘荫华, 姚宏伟, 辛灵. 微创与精准并重提高直肠癌个体化治疗的科学性[J]. 中华外科杂志, 2016, 54(6):404-407. doi: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2016.06.002.
- Liu YH, Yao QW, Xin L. Give attention to both minimally invasive surgery and precision medicine to promote the scientificity on individualized clinical practice of rectal cancer[J]. Chinese Journal of Surgery, 2016, 54(6):404-407. doi: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2016.06.002.
- [31] Heemskerk J, Zandbergen HR, Keel SW, et al. Relax, it's just laparoscopy! A prospective randomized trial on heart rate variability of the surgeon in robot-assisted versus conventional laparoscopic cholecystectomy[J]. Dig Surg, 2014, 31(3):225-232. doi: 10.1159/000365580.
- [32] Xiong B, Ma L, Zhang C, et al. Robotic versus laparoscopic total mesorectal excision for rectal cancer: a meta-analysis[J]. J Surg Res, 2014, 188(2):404-414. doi: 10.1016/j.jss.2014.01.027.
- [33] 唐波, 曾冬竹, 赵永亮, 等. 达芬奇机器人胃癌及结肠癌手术647例临床研究[J]. 中华外科杂志, 2016, 54(3):177-181. doi: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2016.03.005.
- Tang B, Zeng DZ, Zhao YL, et al. Application of da Vinci robotic surgical system in radical resection of gastric and colorectal cancer: a report of 647 cases[J]. Chinese Journal of Surgery, 2016, 54(3):177-181. doi: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2016.03.005.
- [34] The National Comprehensive Cancer Network. NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology: rectal cancer V.1.2016[EB]. https://www.nccn.org/professionals/physician_gls/f_guidelines.asp

(本文编辑 姜晖)

本文引用格式: 葛现才, 周岩冰, 徐宪辉, 等. 纳米碳示踪技术在腹腔镜结肠癌根治术中的应用[J]. 中国普通外科杂志, 2017, 26(4):494-500. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2017.04.015

Cite this article as: Ge XC, Zhou YB, Xu XH, et al. Application of carbon nanoparticle tracer technique in radical laparoscopic colon cancer surgery[J]. Chin J Gen Surg, 2017, 26(4):494-500. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2017.04.015