

·综述·

腹腔镜直肠癌根治术中是否保留左结肠动脉的争议与进展

甄潮辉¹ 朱金峰¹ 吴若岱² 郑彪¹ 朱恒梁¹ 曾志武¹ 梁锐¹易石坚¹ 刘忠¹ 巩鹏¹¹深圳大学总医院普通外科 518055; ²深圳大学总医院放射科 518055

通信作者: 巩鹏, Email: doctorgongpeng@szu.edu.com

【摘要】 2019 年日本结直肠癌研究学会(JSCCR)指南推荐进展期直肠癌淋巴结清扫范围应包括肠系膜下血管根部淋巴脂肪组织,但并未明确肠系膜下动脉(IMA)结扎部位;美国国家综合癌症网络(NCCN)指南也未明确是否保留左结肠动脉(LCA)。是否保留 LCA 的争议主要集中在不影响患者肿瘤学结局的前提下,能否同时降低吻合口并发症发生率或术后功能损害。本文结合最新研究进展对上述问题进行评述,最终认为,保留 LCA 的优势被多数研究支持,可改善近端吻合口血供,技术上可达到与 IMA 高位结扎相同的淋巴结清扫范围,但是否影响患者生存、降低吻合口漏发生率以及改善患者生活质量,尚需更多高质量的循证医学证据。

【关键词】 直肠肿瘤; 肠系膜下动脉; 左结肠动脉; 吻合口漏

基金项目: 深圳市医学重点学科建设项目;深圳市医疗卫生三名工程项目(SZSM202111002);深圳大学总医院科技人才助推计划(SUGH2020QD024)

Controversy and progress on whether to retain left colonic artery in radical resection of rectal cancer

Zhen Chaohui¹, Zhu Jinpeng¹, Wu Ruodai², Zheng Biao¹, Zhu Hengliang¹, Zeng Zhiwu¹, Liang Rui¹, Yi Shijian¹, Liu Zhong¹, Gong Peng¹

¹Department of General Surgery, Shenzhen University General Hospital, Shenzhen 518055, China; ²Department of Radiology, Shenzhen University General Hospital, Shenzhen 518055, China

Corresponding author: Gong Peng, Email: doctorgongpeng@szu.edu.com

【Abstract】 Japanese Society for Cancer of the Colon and Rectum (JSCCR) guideline 2019 recommended that lymph node dissection for advanced rectal cancer should include the lymphatic adipose tissue at the root of the inferior mesenteric vessels, but the ligation site of the inferior mesenteric artery (IMA) was not determined, and the NCCN guideline did not indicate clearly whether to retain the left colonic artery (LCA). Controversy over whether to retain LCA is no more than whether it can reduce the incidence of anastomotic complications or postoperative functional damage without affecting the patients' oncological outcome. Focusing on the above problems, this paper reviews the latest research progress. In conclusion, it is believed that the advantages of retaining LCA are supported by most studies, which can improve the blood supply of the proximal anastomosis, and technically can achieve the same range of lymph node dissection as IMA high ligation. However, whether it affects the survival of patients, reduces the incidence of anastomotic leakage, and improves the quality of life of patients, more high-quality evidence-based medical evidence is still needed.

【Key words】 Colorectal neoplasms; Inferior mesenteric artery; Left colic artery; Anastomotic leak

DOI: 10.3760/cma.j.cn.441530-20200922-00534

收稿日期 2020-09-22 本文编辑 王静

引用本文: 甄潮辉, 朱金峰, 吴若岱, 等. 腹腔镜直肠癌根治术中是否保留左结肠动脉的争议与进展[J].

中华胃肠外科杂志, 2021, 24(8): 735-740. DOI: 10.3760/cma.j.cn.441530-20200922-00534.



Fund program: Shenzhen Key Medical Discipline Construction Fund; "San Ming" Project of Shenzhen Medical and Health Plan (SZSM202111002); Natural Science Foundation of Shenzhen University General Hospital (SUGH2020QD024)

直肠癌是最常见的恶性肿瘤之一,患病人数逐年增长;在我国,以中下段直肠癌为主^[1]。近年来,随着腹腔镜技术的不断提高,直肠癌外科治疗在很多方面形成共识,包括全直肠系膜切除(total mesorectal excision, TME)、肠系膜下动脉(inferior mesenteric artery, IMA)根部淋巴结清扫以及保留盆腔自主神经(pelvic autonomic nerve preservation, PANP)等^[2]。2019 年的日本结直肠癌研究学会(Japanese Society for Cancer of the Colon and Rectum, JSCCR)指南推荐,进展期直肠癌淋巴结清扫应包括肠系膜下血管根部淋巴脂肪组织,但并未明确肠系膜下动脉(inferior mesenteric artery, IMA)结扎部位^[3]。美国国家综合癌症网络(National Comprehensive Cancer Network, NCCN)指南也未明确是否保留左结肠动脉(left colonic artery, LCA)^[4]。是否保留 LCA 的争议主要集中于在不影响患者肿瘤学结局的前提下,能否同时降低吻合口并发症发生率或减少术后功能损害。本文将结合最新研究进展,对上述问题作一综述。

一、争议的起源

1908 年, Miles 提出,直肠癌手术应进行肠系膜下动脉根部离断(即高位结扎);1946 年,法国学者 D'Allaines 报道了保留 LCA 的低位结扎方式。不同离断水平涉及到 IMA 根部淋巴结清扫、吻合口漏的发生、盆腔自主神经损伤、术后复发转移以及远期生存等一系列问题。

IMA 终末支为直肠上动脉,沿途发出左结肠动脉及乙状结肠动脉, LCA 终末支与结肠中动脉左支间可形成交通血管(主要是 Riolan 动脉弓),虽不直接发出滋养血管供应结肠,但可改善降结肠的侧支循环。然而, Riolan 动脉弓的出现率差异较大。程邦昌等^[5]对 582 例患者行结肠代食管术,术中观察发现 Riolan 动脉弓出现率仅为 7.6%。但黄俊等^[6]回顾性分析 116 例直肠癌患者的术前 CT 血管造影影像发现, Riolan 动脉弓出现率为 39.7%。目前,尚无高质量研究明确 LCA 是否保留以及 Riolan 动脉弓是否缺如与吻合口漏发生的关系。

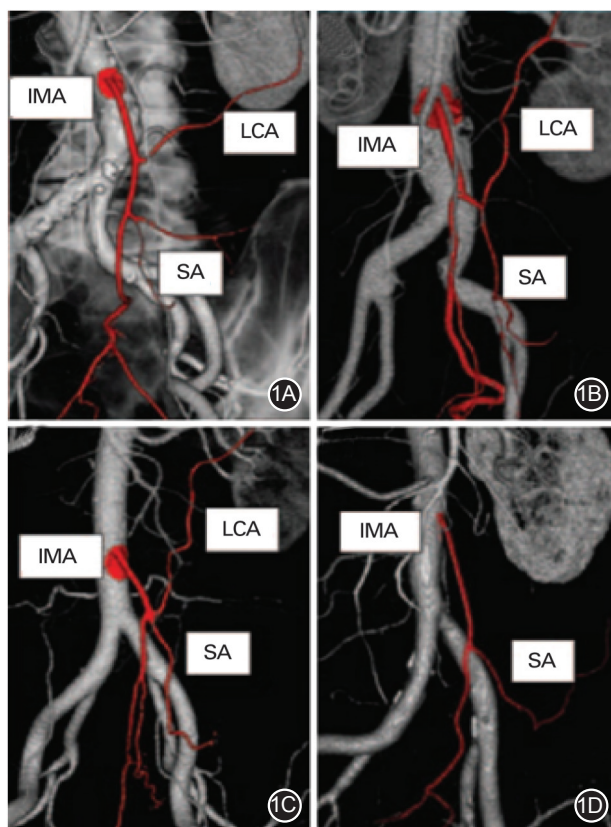
直肠区域淋巴管与动脉伴行,其径路从肠壁内末梢淋巴管到肠管旁淋巴结(N₁, 第 251 组淋巴结),或到直肠系膜(N₂, 第 252 组淋巴结)、IMA 根部和近腹主动脉前区域的淋巴结(N₃, 第 253 组淋巴结),甚至向侧方与骶骨前筋膜构成淋巴引流。进展期直肠癌沿 IMA 向上转移是最重要的淋巴转移途径^[7-8]。有文献报道, IMA 根部淋巴结转移率为 1.7%~8.6%, 第 253 组淋巴结阳性患者 5 年存活率为 38.5%~40.0%, 第 253 组淋巴结阴性患者则达到了 73.4%^[7,9]。由此可见, IMA 根部淋巴结出现转移,意味着直肠癌经淋巴扩散的最后防线已不复存在,远处转移即将发生或已经发生,将直接影响患者预后。因此,任何部位直肠癌在清扫上方淋巴结时,必须清扫,到 IMA 根部和腹主动脉前区域,而如若发生阳性淋巴

结残留,对患者而言无疑是灾难性的。那么,保留 LCA 的同时,能否做到彻底清扫第 253 组淋巴结?

二、IMA 各分支的分型以及 LCA 与 IMV 的位置关系

IMA 分支在个体间存在较大变异。1997 年,日本学者 Yada 等^[10]回顾 344 例接受术前血管造影的结肠癌患者的动脉分支模式,对 IMA 各分支关系归纳为 3 型: I 型: LCA 起源于 IMA, 占 58%; II 型: LCA 与乙状结肠动脉(sigmoid artery, SA)共干, 占 27%; III 型: LCA 与 SA 同时从 IMA 发出, 占 15%。

2015 年, Muro 等^[11]利用三维 CT 成像研究 471 例结直肠癌患者的 IMA 各分支走行;在 Yada 等^[10]研究基础上进一步完善并分为 4 型,见图 1;其中, I 型为直乙共干型, 占 41.2%; II 型为左乙共干型, 占 9.0%; III 型为三支共干型, 占 44.7%; IV 型为无 LCA 型, 占 5.1%。接着,进一步分析 LCA 与肠系膜下静脉(inferior mesenteric vein, IMV)的相互位置关系,见图 2。首先,前后位置关系分析结果显示, 70.5% 的 LCA 位于 IMV 腹侧, 29.5% 位于背侧。然后,根据内外侧位置关系分为 3 型: A 型, LCA 恰好位于 IMV 的内侧, 并共同上升至脾曲, 占 27.0%;



注: SA 为乙状结肠动脉; IMA 为肠系膜下动脉; LCA 为左结肠动脉
图 1 肠系膜下动脉各分支分型^[11] 1A. I 型, 直乙共干型; 1B. II 型, 左乙共干型; 1C. III 型, 三支共干型; 1D. IV 型, 无左结肠动脉型

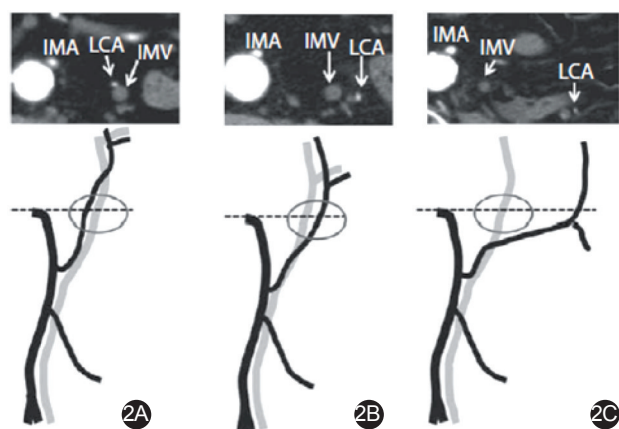


图2 左结肠动脉(LCA)与肠系膜下静脉(IMV)位置关系^[11] 2A.A型, LCA恰好位于IMV的内侧;2B.B型, LCA位于IMV的外侧;2C.C型, LCA位于远离肠系膜下动脉(IMA)的外侧面

B型:LCA位于IMV的外侧,并共同上升至脾曲,占44.4%;C型:LCA位于远离IMA的外侧面,占28.6%。需要注意的是,IMV与LCA的前后位置关系与内外侧位置关系分型间不存在相关性。

第253组淋巴结位于IMA起始部和LCA起始部之间,属于主淋巴结。国内有学者提出,第253组淋巴结的解剖界限呈四边形:头侧界限为十二指肠水平部下缘,右起腹主动脉、左至IMV;内侧界限为从十二指肠水平部下缘的腹主动脉表面至IMA发出点;尾侧界限为右起IMA主干,左至LCA起始部;外侧界限为LCA、与IMV交叉后向十二指肠水平部下缘走行的IMV右侧^[12]。由上可知,LCA解剖变异较大,根据LCA分型,应采取不同的处理方式,以免误伤IMA分支、下腹下神经和IMV,导致意外出血及不必要损伤甚至影响淋巴结清扫的彻底性。具体分型包括:I型,显露LCA起始部后,即可低位离断IMA;II型,显露IMA根部后,需进一步裸露左乙共干处,离断SA和直肠上动脉(superior rectal artery, SRA);III型,找到LCA、SA、SRA共干处,分别离断SA、SRA;IV型较少见,宜术前CT鉴别,以免术中盲目寻找。此外,Al-Asari等^[13]提出,由LCA、IMV、胰腺下缘构成“IMV关键三角”,Riolan动脉弓,可能途径此处,若术中LCA处理不当,易伤及该动脉弓引起远端结肠缺血。由此可见,只有术前精准掌握IMA分型,清楚LCA、SA和SRA之间走行关系,并测出各分支发出点的距离,才能高质量完成保留LCA的直肠癌根治术。

三、保留LCA对第253组淋巴结的清扫及生存时间的影响

第253组淋巴结指由腹主动脉、IMA、LCA或IMV围成的区域淋巴结^[12]。若将该区域淋巴结彻底清扫,保留LCA与否都能达到肿瘤学根治的效果。

在手术时间方面,周家铭等^[14]将104例患者随机分为高位结扎组和低位结扎组,经术前CT确定IMA分支分型再实施手术,结果显示,低位结扎组手术时间稍长于高位结扎组,但差异无统计学意义。

无论何种情况,彻底清扫IMA根部淋巴结是至关重要

的。2000年,日本的一项研究纳入564例有局部淋巴结转移开放手术患者的临床资料,结果显示,高位结扎组和低位结扎组患者的第253组淋巴结检出数量分别为23枚和16枚^[15]。然而,多个国内研究却发现,在保留与不保留LCA的两组患者中,第253组淋巴结清扫数目的差异无统计学意义^[16-17]。Sekimoto等^[18]和Goh等^[19]的研究以及多篇Meta分析^[20-21]也验证了该结果。此外,Liang等^[22]研究显示,腹腔镜手术清扫第253组淋巴结效果良好,平均淋巴结检出数量达到27.4枚。由此提示,腹腔镜手术较开放手术在保留LCA并清扫第253组淋巴结上,似乎能够获取更多的淋巴结。

此外,国内已有多项研究结果显示,保留LCA并不会增加肿瘤复发和转移的发生率^[16,23-24]。Corder等^[25]对143例患者进行回顾性研究,并未发现肠系膜下动脉离断水平与肿瘤复发和死亡风险间有任何联系;2017年,Yang等^[20]纳入8项回顾性队列研究进行荟萃分析,结果显示,高位与低位结扎组患者的5年生存率差异无统计学意义。此外,Singh等^[26]发表的荟萃分析共纳入3119例患者,结果提示,IMA高位结扎对IMA根部淋巴结阳性患者有更好的生存获益。

四、保留LCA对降低吻合口漏发生率的作用

吻合口漏与术前新辅助治疗、吻合口血运、肠管张力、肿瘤位置、离断直肠所使用钉仓数量、选择的钉仓成钉过紧或过松、术野感染、手术时间以及患者基础状态(年龄、性别、体质指数、营养状况、是否患糖尿病、血管硬化程度)等有关,其中血运及肠管张力是重要影响因素。

保留LCA利于吻合口血供,这已被国内外多项研究证实。国内有学者通过测量边缘动脉弓压力(marginal artery stump pressure, MASP)来衡量吻合口血运情况,保留LCA组MASP明显高于未保留LCA组^[16,23]。多因素分析结果显示,IMA结扎方式是MASP的独立影响因素,且受患者年龄影响^[16]。在Seike等^[27]的研究中,还发现吻合口血流减少与高龄以及男性相关,尤其在低位前切除组。Komen等^[28]术中通过激光多普勒测量高位与低位结扎组患者血管结扎前、后结肠残端的血流量比值,结果显示,低位结扎组血流量比值更高,灌注更好。Bae等^[29]通过静注吲哚菁绿(indocyanine green, ICG)并使用近距离红外荧光成像技术测量吻合口血供,研究显示,保留LCA可为吻合口提供更充足的血供。

尽管多项研究显示,保留LCA可为吻合口组织提供更丰富的血供,但是否会影响游离结肠下移幅度而导致吻合口张力增加呢? Bonnet等^[30]通过解剖30具新鲜未防腐处理的尸体,测量近端结肠残端至耻骨联合距离,间接估算结肠游离下移幅度,发现高位结扎IMA后,可获得比低位结扎长约10 cm的游离肠段。Girard等^[31]在甲醛固定的11具尸体上测得,高位结扎IMA可获得额外游离肠段为9 cm。而Buunen等^[32]通过解剖15具甲醛固定尸体后提出:超过80%的患者低位结扎IMA后,可获得足够游离肠段进行无张力吻合,LCA降支是其余20%病例的限制因素。临床实践中,国内学者在对61例直肠癌患者实施低位结扎IMA的过程中体会,未发生因低位结扎导致吻合口张力过高而需游离脾曲以及

中转 IMA 根部结扎等情况,并提出:腹腔镜手术视野好、空间大,在助手对抗牵拉下,术者更容易沿着 Toldt 间隙向上游离足够多的降结肠和乙状结肠而利于无张力吻合,此外,保留 LCA 还可避免因非肿瘤因素而过多地切除结肠^[17]。

那么,IMA 结扎水平与吻合口漏究竟有何联系? Hinoi 等^[33]回顾性分析日本 28 家医院收治的行腹腔镜直肠前切除术的 888 例中低位直肠癌患者资料,结果显示,不保留 LCA 组的吻合口漏发生率(13.2%)高于保留 LCA 组(7.4%)。国内骆洋等^[34]、包勇磊和费伯健^[24]的回顾性研究以及 Zeng 和 Su^[35]发表的 Meta 分析均显示,保留 LCA 可降低吻合口漏发生率。此外,Tsujinaka 等^[36]对 409 例接受直肠癌手术的患者进行回顾性分析,302 例不保留 LCA 的患者中有 6 例(2.0%)发生近端肠管坏死,而 107 例保留 LCA 的患者均未出现该并发症。可见,保留 LCA 可降低直肠癌手术吻合口漏发生率的结论被多数研究支持,但多为回顾性队列研究,证据级别不高。

五、保留 LCA 对改善泌尿生殖功能和肠道功能的作用

IMA 根部周围的自主神经丛包括:(1)腹主动脉丛:位于 IMA 下方,覆盖于腹主动脉前方和侧方的网状神经丛;(2)上腹下丛:位于 IMA 起始部水平(绕其两侧下行)与腹主动脉分叉下两侧腹下神经起点之间;(3)肠系膜下丛:环绕 IMA 根部及其分支分布,参与构成 IMA 血管鞘^[37]。直肠癌术后的盆腔自主神经损伤可表现为泌尿、生殖功能障碍,与 IMA 的游离层面和结扎水平亦有一定关系,错误的游离层面、IMA 结扎水平和牵拉力度,均可能带来神经损伤。

Mari 等^[38]报道了意大利一项由 6 家医疗中心参与的 RCT 研究,随机分为不保留 LCA 组 111 例和保留 LCA 组 103 例,主要研究终点为泌尿生殖功能障碍。术后两组患者均有不同程度的泌尿生殖功能受损。术后 1 个月和 9 个月时,保留 LCA 组患者尿量、最大尿流量与尿流时间指标均明显优于不保留 LCA 组,但术后 9 个月时与术前基线情况相比,两组均有受损;而 9 个月时,保留 LCA 组患者的性功能保护较好。这些结果都显示,保留 LCA 患者的排尿控制较好,尿潴留症状较少,生活质量得到改善。该 RCT 正在进行中,最终结果令人期待。

但是,国内有研究显示,不同结扎水平患者的术后排尿及性功能障碍发生率差异无统计学意义^[23]。Kim 等^[39]则认为,手术保留盆腔自主神经功能的关键在于找到正确的间隙。诚然,低位结扎避开了盆腔自主神经损伤的风险区域,但盆腔自主神经保护的关键在于解剖层面,并不完全在于 IMA 结扎水平。

此外,也有报道认为,保留 LCA 患者的肠道功能恢复更快。骆洋等^[34]的研究显示,保留 LCA 组患者术后首次排气时间短于不保留 LCA 组,提示保留 LCA 的直肠血流灌注可能更充足,减少肠缺血相关的肠痉挛与蠕动减慢。王庆广等^[40]提出,不保留 LCA 可引起近端结肠长期供血不足,导致其特有的大蠕动功能减弱甚至消失,使患者出现排便障碍。伍颖君和李民^[41]的研究结果显示,相比不保留 LCA 组,保留

LCA 组患者的排便障碍发生率明显更低。

六、LCA 保留的获益人群

Singh 等^[26]对 5 项回顾性队列研究进行荟萃分析,共纳入 3 119 例患者,结果显示,IMA 根部结扎的生存获益人群是第 253 组淋巴结阳性患者。保留 LCA 可增加吻合口血运甚至降低吻合口漏风险,但其存在淋巴结残留风险。针对此问题,武爱文和于洋^[42]认为,需个体化清扫淋巴结,对存在以下发生吻合口漏高危因素的患者,建议保留 LCA:(1)血管条件差的高龄、高血糖、高血脂、高血压患者;(2)存在手术时间长、术野污染、营养不佳等情况;(3)术前 CT 发现 Rioloan 血管弓缺失。而对于局部分期较晚、淋巴结转移风险较高患者,则不建议保留 LCA。

七、讨论与展望

IMA 根部淋巴结清扫是直肠癌准确病理分期的前提,对患者术后治疗及预后评估有重要意义^[43-44]。随着腔镜技术的日渐成熟,保留 LCA 与完成 IMA 根部淋巴结的清扫,这两者并不冲突。凭借腔镜放大作用和高清视野,只要充分暴露 IMA 主干区域,沿着 IMA 和 LCA 解剖脂肪组织、实现血管骨骼化,清扫两者之间的淋巴结,理论上可达到与高位结扎相同的淋巴结清扫程度。此外,患者 IMA 相关分支的解剖形态因人而异,包括直乙共干型、左乙共干型、3 支共干型以及 LCA 缺如型^[11];这在一定程度上增加了术者主观上的手术难易度。通过术前 CT 可预先了解 IMA 分支分型,进而起到“术中导航”的作用,降低 IMA 根部淋巴结清扫难度。由此可见,保留 LCA 加大了手术精细度和难度,需要更长的学习曲线。

直肠癌术后吻合口漏对患者生活质量影响较大,发生率为 3%~23%,其中血运和肠管张力是主要影响因素^[45-46]。保留 LCA 可增加吻合口和近端肠管血运。通过观察肠管色泽、血管搏动和出血情况,可判断吻合口血运;如今还可借助新兴的激光多普勒血流仪、荧光血管造影等技术,证实保留 LCA 及其上升支可增加吻合口血流灌注。此外,对于合并糖尿病及动脉硬化等血管条件差、或者 Rioloan 弓缺以及存在其他发生吻合口漏高危因素的患者,保留 LCA 有助于降低吻合口漏发生风险^[47]。在保留 LCA 的情况下,一方面,通过结扎 LCA 的降支或适当游离脾区,可减小吻合口的张力;另一方面,保留 LCA 使吻合口近端肠管血供更充足,可减少因非肿瘤因素而切除更多肠管,某种程度上也减少了吻合口张力。此外,动静脉同时结扎引起的血液回流障碍、术后应激状态导致的血液重分布、直肠前切除综合征和结肠系膜缝合与否等因素与吻合口漏的关系也值得进一步探讨。

在术后泌尿生殖和肠道功能的保护方面,低位结扎避开了盆腔自主神经损伤的风险区域,从解剖层面上,降低了盆腔自主神经损伤概率,但保护盆腔自主神经的关键在于正确的解剖层面与术中保护,并不完全依赖 IMA 结扎水平。

总而言之,保留 LCA 的优势被多数研究支持,但多为回顾性队列研究,证据级别不高。保留 LCA 可改善近端吻合口

血供,技术上可达到与 IMA 高位结扎相同的淋巴结清扫范围。但是否影响患者生存、降低吻合口漏发生率以及改善患者生活质量,尚需更多高级别研究的开展来提供高质量的临床证据。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] 李辰生,万德森,潘志忠,等.影响中下段直肠癌患者根治术后生存的多因素分析[J].癌症,2006,25(5):587-590. DOI: 10.3969/j.issn.1000-467X.2006.05.013.
- [2] 詹天成,李明,顾晋.解读美国结直肠外科医师协会 2013 直肠癌治疗指南[J].中华胃肠外科杂志,2013,16(8):701-709. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2013.08.001.
- [3] 孙凌宇.2019 版《日本结直肠癌治疗指南》精要及解读[J].中华胃肠外科杂志,2019,22(11):1088-1094. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2019.11.016.
- [4] Engstrom PF, Arnoletti JP, Benson AB 3rd, et al. NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology: rectal cancer [J]. J Natl Compr Canc Netw, 2009,7(8):838-881. DOI:10.6004/jncn.2009.0057.
- [5] 程邦昌,昌盛,黄杰,等.结肠代食管术中结肠血管结构的研究[J].中华医学杂志,2006,86(21):1453-1456. DOI:10.3760/j.issn.0376-2491.2006.21.004.
- [6] 黄俊,周家铭,万英杰,等.肠系膜下动脉血管分型及 Riolan 动脉弓缺如腹腔镜直肠癌根治术后吻合口瘘发生率的影响[J].中华胃肠外科杂志,2016,19(10):1113-1118. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2016.10.008.
- [7] Hida J, Yasutomi M, Maruyama T, et al. Indication for using high ligation of the inferior mesenteric artery in rectal cancer surgery. Examination of nodal metastases by the clearing method [J]. Dis Colon Rectum, 1998,41(8):984-991. DOI: 10.1007/BF02237385.
- [8] Moriya Y, Sugihara K, Akasu T, et al. Importance of extended lymphadenectomy with lateral node dissection for advanced lower rectal cancer[J]. World J Surg, 1997,21(7):728-732. DOI: 10.1007/s002689900298.
- [9] Kanemitsu Y, Hirai T, Komori K, et al. Survival benefit of high ligation of the inferior mesenteric artery in sigmoid colon or rectal cancer surgery [J]. Br J Surg, 2006,93(5):609-615. DOI: 10.1002/bjs.5327.
- [10] Yada H, Sawai K, Taniguchi H, et al. Analysis of vascular anatomy and lymph node metastases warrants radical segmental bowel resection for colon cancer[J]. World J Surg, 1997,21(1):109-115. DOI: 10.1007/s002689900202.
- [11] Murono K, Kawai K, Kazama S, et al. Anatomy of the inferior mesenteric artery evaluated using 3-dimensional CT angiography [J]. Dis Colon Rectum, 2015,58(2):214-219. DOI:10.1097/DCR.0000000000000285.
- [12] 钟鸣,骆洋,俞旻皓.保留左结肠动脉腹腔镜直肠癌根治术的解剖基础与外科实践[J].中华外科杂志,2020,58(8):600-603. DOI: 10.3760/cma.j.cn112139-20200325-00252.
- [13] Al-Asari SF, Lim D, Min BS, et al. The relation between inferior mesenteric vein ligation and collateral vessels to splenic flexure: anatomical landmarks, technical precautions and clinical significance [J]. Yonsei Med J, 2013,54(6):1484-1490. DOI: 10.3349/ymj.2013.54.6.1484.
- [14] 周家铭,谭淑云,黄俊,等.根据肠系膜下动脉各分支分型行精准低位结扎并根部淋巴结清扫的腹腔镜直肠癌根治术[J].中华胃肠外科杂志,2018,21(1):46-52. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2018.01.009.
- [15] Kawamura YJ, Umetani N, Sunami E, et al. Effect of high ligation on the long-term result of patients with operable colon cancer, particularly those with limited nodal involvement [J]. Eur J Surg, 2000,166(10):803-807. DOI: 10.1080/110241500447443.
- [16] Guo Y, Wang D, He L, et al. Marginal artery stump pressure in left colic artery-preserving rectal cancer surgery: a clinical trial [J]. ANZ J Surg, 2017,87(7-8):576-581. DOI: 10.1111/ans.13032.
- [17] 张鲁阳,臧璐,马君俊,等.腹腔镜直肠癌根治术中保留左结肠动脉的临床意义[J].中华胃肠外科杂志,2016,19(8):886-891. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2016.08.018.
- [18] Sekimoto M, Takemasa I, Mizushima T, et al. Laparoscopic lymph node dissection around the inferior mesenteric artery with preservation of the left colic artery [J]. Surg Endosc, 2011,25(3):861-866. DOI: 10.1007/s00464-010-1284-7.
- [19] Goh N, Fong SS, How KY, et al. Apical lymph node dissection of the inferior mesenteric artery [J]. Colorectal Dis, 2016,18(6):O206-209. DOI: 10.1111/codi.13299.
- [20] Yang Y, Wang G, He J, et al. High tie versus low tie of the inferior mesenteric artery in colorectal cancer: a meta-analysis [J]. Int J Surg, 2018,52:20-24. DOI: 10.1016/j.ijssu.2017.12.030.
- [21] Si MB, Yan PJ, Du ZY, et al. Lymph node yield, survival benefit, and safety of high and low ligation of the inferior mesenteric artery in colorectal cancer surgery: a systematic review and meta-analysis [J]. Int J Colorectal Dis, 2019,34(6):947-962. DOI: 10.1007/s00384-019-03291-5.
- [22] Liang JT, Huang KC, Lai HS, et al. Oncologic results of laparoscopic D3 lymphadenectomy for male sigmoid and upper rectal cancer with clinically positive lymph nodes [J]. Ann Surg Oncol, 2007,14(7):1980-1990. DOI: 10.1245/s10434-007-9368-x.
- [23] 宗亚光,王夫景,徐训政.全直肠系膜切除根治术中保留左结肠动脉的临床疗效观察[J].结直肠肛门外科,2017,23(2):154-157.
- [24] 包勇磊,费伯健.保留左结肠动脉对直肠癌微创手术效果的影响[J].实用癌症杂志,2018,33(1):99-101,105. DOI: 10.3969/j.issn.1001-5930.2018.01.031.
- [25] Corder AP, Karanjia ND, Williams JD, et al. Flush aortic tie versus selective preservation of the ascending left colic artery in low anterior resection for rectal carcinoma [J]. Br J Surg, 1992,79(7):680-682. DOI: 10.1002/bjs.1800790730.
- [26] Singh D, Luo J, Liu XT, et al. The long-term survival benefits of

- high and low ligation of inferior mesenteric artery in colorectal cancer surgery: a review and meta - analysis [J]. *Medicine* (Baltimore), 2017, 96(47): e8520. DOI: 10.1097/MD.00000000000008520.
- [27] Seike K, Koda K, Saito N, et al. Laser Doppler assessment of the influence of division at the root of the inferior mesenteric artery on anastomotic blood flow in rectosigmoid cancer surgery [J]. *Int J Colorectal Dis*, 2007, 22(6): 689-697. DOI: 10.1007/s00384-006-0221-7.
- [28] Komen N, Slicker J, de Kort P, et al. High tie versus low tie in rectal surgery: comparison of anastomotic perfusion [J]. *Int J Colorectal Dis*, 2011, 26(8): 1075-1078. DOI: 10.1007/s00384-011-1188-6.
- [29] Bae SU, Baek SJ, Hur H, et al. Intraoperative near infrared fluorescence imaging in robotic low anterior resection: three case reports [J]. *Yonsei Med J*, 2013, 54(4): 1066-1069. DOI: 10.3349/ymj.2013.54.4.1066.
- [30] Bonnet S, Berger A, Hentati N, et al. High tie versus low tie vascular ligation of the inferior mesenteric artery in colorectal cancer surgery: impact on the gain in colon length and implications on the feasibility of anastomoses [J]. *Dis Colon Rectum*, 2012, 55(5): 515-521. DOI: 10.1097/DCR.0b013e318246f1a2.
- [31] Girard E, Trilling B, Rabattu PY, et al. Level of inferior mesenteric artery ligation in low rectal cancer surgery: high tie preferred over low tie [J]. *Tech Coloproctol*, 2019, 23(3): 267-271. DOI: 10.1007/s10151-019-01931-0.
- [32] Buunen M, Lange MM, Ditzel M, et al. Level of arterial ligation in total mesorectal excision (TME): an anatomical study [J]. *Int J Colorectal Dis*, 2009, 24(11): 1317-1320. DOI: 10.1007/s00384-009-0761-8.
- [33] Hinoi T, Okajima M, Shimomura M, et al. Effect of left colonic artery preservation on anastomotic leakage in laparoscopic anterior resection for middle and low rectal cancer [J]. *World J Surg*, 2013, 37(12): 2935-2943. DOI: 10.1007/s00268-013-2194-3.
- [34] 骆洋, 秦骏, 陈建军, 等. 腹腔镜直肠癌手术中保留左结肠动脉与否疗效对比研究 [J]. *中国实用外科杂志*, 2017, 37(6): 660-664. DOI: 10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2017.06.16.
- [35] Zeng J, Su G. High ligation of the inferior mesenteric artery during sigmoid colon and rectal cancer surgery increases the risk of anastomotic leakage: a meta-analysis [J]. *World J Surg Oncol*, 2018, 16(1): 157. DOI: 10.1186/s12957-018-1458-7.
- [36] Tsujinaka S, Kawamura YJ, Tan KY, et al. Proximal bowel necrosis after high ligation of the inferior mesenteric artery in colorectal surgery [J]. *Scand J Surg*, 2012, 101(1): 21-25. DOI: 10.1177/145749691210100105.
- [37] 卫洪波, 郑宗珩. 腹腔镜保留盆腔自主神经的直肠癌根治术技术要领 [J]. *中华胃肠外科杂志*, 2015, 18(6): 529-532. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2015.06.003.
- [38] Mari GM, Crippa J, Cocozza E, et al. Low ligation of inferior mesenteric artery in laparoscopic anterior resection for rectal cancer reduces genitourinary dysfunction: results from a randomized controlled trial (HIGHLOW Trial) [J]. *Ann Surg*, 2019, 269(6): 1018-1024. DOI: 10.1097/SLA.0000000000002947.
- [39] Kim NK, Aahn TW, Park JK, et al. Assessment of sexual and voiding function after total mesorectal excision with pelvic autonomic nerve preservation in males with rectal cancer [J]. *Dis Colon Rectum*, 2002, 45(9): 1178-1185. DOI: 10.1007/s10350-004-6388-5.
- [40] 王庆广, 张彩坤, 张豪英, 等. 肠系膜下动脉结扎水平对直肠癌术后排便功能的影响 [J]. *中华胃肠外科杂志*, 2015, 18(11): 1132-1135. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2015.11.016.
- [41] 伍颖君, 李民. 保留左结肠动脉应用于腹腔镜低位直肠癌前切除术的临床研究 [J]. *中华胃肠外科杂志*, 2017, 20(11): 1313-1315. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2017.11.022.
- [42] 武爱文, 于洋. 直肠癌手术保留左结肠动脉共识与争议 [J]. *中国实用外科杂志*, 2020, 40(3): 299-304. DOI: 10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2020.03.16.
- [43] Hida J, Okuno K. High ligation of the inferior mesenteric artery in rectal cancer surgery [J]. *Surg Today*, 2013, 43(1): 8-19. DOI: 10.1007/s00595-012-0359-6.
- [44] Chen H, Wang Y, Liu H, et al. Factors influencing apical node metastasis in colorectal cancer patients treated with laparoscopic radical resection with D3 lymphadenectomy: results from two centers in China [J]. *Surg Today*, 2015, 45(5): 569-575. DOI: 10.1007/s00595-014-1013-2.
- [45] Uehara K, Yamamoto S, Fujita S, et al. Impact of upward lymph node dissection on survival rates in advanced lower rectal carcinoma [J]. *Dig Surg*, 2007, 24(5): 375-381. DOI: 10.1159/000107779.
- [46] Rahbari NN, Weitz J, Hohenberger W, et al. Definition and grading of anastomotic leakage following anterior resection of the rectum: a proposal by the International Study Group of Rectal Cancer [J]. *Surgery*, 2010, 147(3): 339-351. DOI: 10.1016/j.surg.2009.10.012.
- [47] Ng SS, Leung KL, Lee JF, et al. Long-term morbidity and oncologic outcomes of laparoscopic-assisted anterior resection for upper rectal cancer: ten-year results of a prospective, randomized trial [J]. *Dis Colon Rectum*, 2009, 52(4): 558-566. DOI: 10.1007/DCR.0b013e31819ec20c.