

図6 小切開創からの病変腸管を誘導する際の問題

腸管と腸間膜を腹腔外へ誘導すると図のように腸管が2つ折りとなる。小切開創のため、容積に余裕がなく腫瘍近傍の腸管損傷や癌細胞の散布、腸管のうっ血の原因となる。

切開創であることから、腸管が二つに折れた状態で腸管を取り出すこととなり腸管を誘導するのに苦渋する(図6)。その場合、片側の腸管の予定切離部分を腹腔外へ誘導し、縫合器で切離する(図7)。病変腸管のみを引き出すことになり、腸管が二つ折れの状態で引き出す場合よりスムーズに腹腔外へ誘導でき、癌細胞の散布の可能性も低くなる。その際には、健側腸管の断端はいったん腹腔内へ戻し、病変腸管を切除したのち吻合する。しかし、再度健側腸管を腹腔外へ誘導する時、腸管の捻じれに気づかず吻合される可能性がある(図8)。そこで、あらかじめ切離した健側腸管の断端の腸間膜側と対側に支持糸をかけ、針子でコンプレッセンに固定しておく(図9a~c)。この作業により、腹腔外へ出して吻合する際にも、捻じれることなく吻合を行うことができる。

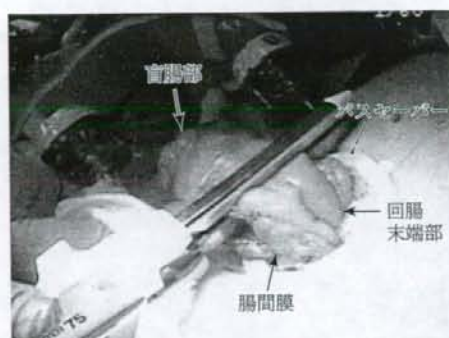


図7 小切開創からの病変腸管の誘導法
腹腔外に腸管の切離予定部を誘導し、口側または肛門側の腸管を縫合器で切離する。

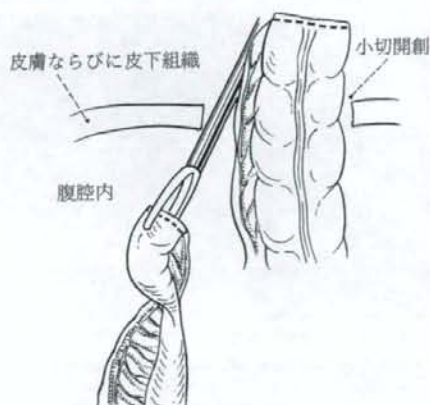


図8 片側の腸管切離と健側腸管の腹腔内へ帰納する際の問題

この図は健側腸管を腹腔内へ帰納したのち、再度腹腔外へ誘導するときの図である。腸管が捻じれたまま腹腔外へ出し、吻合する危険性がある。

V. 結 果

大腸癌に対して腹腔鏡下大腸切除術を施行した症例は、206例(217病変)であった(表1)。そのうち筋層より深い進行癌は72例であった。転移再発症例は、4例に認めた。その内訳は、

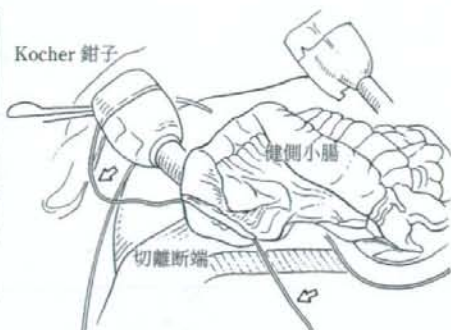


図 9a 捻じれ吻合の対策

健側の断端部の腸間膜側と対側におおの支持糸(矢印)をかけ、腸管の方向が変わらないように糸を180°の状態でごコンプレッセンに固定しておく。そのうち健側腸管を腹腔内へ戻す。



表 1 当院における腹腔鏡下大腸癌手術症例
(1996～2006.12)

全症例数	217例, 228病変
腹腔鏡下手術完全施行症例	206例, 217病変
性別	男130例, 女76例
年齢	62.9 ± 10.7歳
Dukes分類	A: 150例 B: 23例 C: 32例 D: 1例
pMP以深の進行癌症例	72例
開腹手術へのコンバート	11例 (5.1%)

図 9b 捻じれ吻合の対策

病変部腸管を小切開創から誘導し、腸管切除を行う。



図 9c 捻じれ吻合の対策

コンプレッセンに固定してあった支持糸を方向が変わらないように牽引し、腹腔内から腸管断端を矢印のように誘導して吻合する。

表 2 転移再発症例

肝転移 2例
1) A, type 2, well, pSE, ly1, v1, pN0, fStage II, Dukes B 術後16カ月後再発, 術後32カ月死亡
2) Ra, type 2, mod, pMP, ly1, v2, pN0, fStage I, Dukes A 術後7カ月後再発, 肝切除後19カ月無再発
肺転移 2例
1) Rs, type 1, well, pMP, ly0, v1, pN0, fStage I, Dukes A 術後26カ月後再発, 切除後28カ月無再発
2) Rs, type 2, well, pMP, ly2, v2, pN2, fStage 3b, Dukes C 術後13カ月後再発, 切除後8カ月無再発
腹膜再発, port site recurrence 0例
平均術後観察期間 (5~141カ月) 中央値: 57.7カ月

肝, 肺転移が各2例で port site recurrence⁷⁾, 吻合部や局所, 腹膜再発は現在のところ認めていない (表2)。

おわりに

進行大腸癌における腹腔鏡下手術の問題点に対し, 工夫を行いながら適応を徐々に拡大してきた。我々の手技においては, 腹腔鏡手術の再発で危惧される port site recurrence, 局所, 吻合部, 腹膜再発は現在まで認めておらず, 手術手技に関する問題点はなかったと考えている。しかし, 長期予後に関してはまだ十分得られておらず, 我々も参加している JCOG の RCT の結果が待たれるところである。

文 献

- 1) 花井恒一ほか: 大腸癌における腹腔鏡補助下結腸切除術の手技と工夫 No-touch isolation technique を念頭に. 手術 54: 958-963, 2000
- 2) 花井恒一ほか: 腹腔鏡下大腸手術における視野展開のための工夫. 手術 57: 615-620, 2003
- 3) Kluger Y et al: Model of implantation of tumor cells simulating in colonic anastomosis in mice. Dis Colon Rectum 41: p1506-1510, 1998
- 4) 倉本正文ほか: Functional end-to-end anastomosis 術後に吻合部再発をきたした S 状結腸癌の1例. 日臨外 66: 1976-1979, 2005
- 5) 澤田 傑ほか: Povidone-Iodine による腸管洗浄後 implantation によると思われる吻合部再発をきたした直腸癌の1例. 外科 64: 1232-1236, 2002
- 6) Maeda K et al: Irrigation Volume determines the efficacy of "rectal wash out". Dis Colon Rectum 47: 1706-1710, 2004
- 7) Daniel B et al: Impact of Pneumoperitoneum on Tracar Site Implantation of Colon Cancer in Hamster Model. Dis Colon Rectum 38: 1182-1188, 1995

Relationship between multiple numbers of stapler firings during rectal division and anastomotic leakage after laparoscopic rectal resection

Masaaki Ito · Masanori Sugito · Akihiro Kobayashi · Yusuke Nishizawa · Yoshiyuki Tsunoda · Norio Saito

Accepted: 28 February 2008 / Published online: 1 April 2008
© Springer-Verlag 2008

Abstract

Background We experienced some technical difficulty in dividing the middle and lower rectum through the right-lower quadrant intracorporeally. The aim of this study was to determine whether multiple stapler firings during rectal division are associated with anastomotic leakage after laparoscopic rectal resection.

Methods Laparoscopic anterior resection with double-stapling technique anastomosis was performed in 180 consecutive rectal cancer patients. We often used vertical rectal division through a suprapubic site instead of the standard transverse rectal division for laparoscopic total mesorectal excision (LapTME). We attempted to determine whether there was an association between the number of stapler firings and procedures in rectal division. Moreover, we identified risk factors for anastomotic leakage after laparoscopic rectal resection by multivariate analysis.

Results Anastomotic leakage occurred in 5% of the subjects of this study. Vertical rectal division through the suprapubic site after Lap TME required fewer staples than transverse division through the right-lower port and a smaller percentage of patients required three or more staples for vertical rectal division than for transverse division (15% vs. 45%, $p=0.03$). In the multivariate analysis, TME and the number of staplers used for rectal division were the factors found to be associated with a significantly greater risk of subsequent leakage (odd's ratio=5.3; 95% CI 1.2–22.7 and odd's ratio=4.6; 95% CI 1.1–19.2).

Conclusion TME and multiple stapler firings during distal rectal division were associated with anastomotic leakage after laparoscopic rectal resection. Vertical rectal division through a suprapubic site was a useful method of avoiding multiple stapler firings during laparoscopic TME.

Keywords Rectal cancer · Laparoscopy · TME · Rectal division · Stapling

Based on recent technical improvements in laparoscopic surgery, laparoscopic anterior resection involving total mesorectal excision (TME) is being used to treat rectal cancer [1–7]. However, both laparoscopic and conventional operations for rectal cancer always entail a risk of early complications, particularly anastomotic leakage [8].

Because laparoscopic low anterior resection requires dividing the rectal wall through a small incision, the limited surgical field sometimes leads to difficulty. As the result, we have sometimes used multiple stapler firings during division of the rectal wall.

This study describes the association between the number of stapler firings and methods of dividing the rectum during laparoscopic rectal resection, especially during TME. We identified the risk factors, including multiple stapler firings, for anastomotic leakage after laparoscopic rectal resection.

Materials and methods

We retrospectively analyzed 180 consecutive cases of laparoscopic anterior resection for the treatment of rectal cancers at the National Cancer Center Hospital East. In 90 cases, the tumor was in the upper rectum, in 60, it was in the middle rectum, and in 30, it was in the lower rectum. Our criteria for laparoscopic surgery candidates were a tumor stage

M. Ito (✉) · M. Sugito · A. Kobayashi · Y. Nishizawa · Y. Tsunoda · N. Saito
Department of Colorectal and Pelvic Surgery,
National Cancer Center Hospital East,
6-5-1, Kashiwanoha,
Kashiwa, Chiba 277-8577, Japan
e-mail: maito@east.ncc.go.jp

less than T3 for upper rectal cancer and a tumor stage less than T2 for middle and lower rectal cancer. Preoperative radiochemotherapy and lateral lymphadenectomy were not performed in any of the cases in this study. Laparoscopic high anterior resection (Lap HAR) was performed in 71 cases. Laparoscopic low anterior resections was classified according to the degree of mesorectal excision into laparoscopic tumor-specific mesorectal excision (Lap TSME; $n=59$) and laparoscopic total mesorectal excision (Lap TME; $n=50$) [9]. All anastomoses in the cases in this study were performed by the double-stapling technique (DST). Histopathological staging of patients according to the Dukes classification revealed Stage A in 64 patients, Stage B in 48, and Stage C in 68. One hundred seventy-seven patients were treated by radical (=R0) resection, and cancer cells in circumferential margins were microscopically found in three patients (=R1).

Rectal division procedures

To avoid contamination and wound recurrence, a wound protector was used in all patients. One of two procedures was chosen to transect the rectal wall (Fig. 1a, b). In the first procedure, which was the standard procedure, the distal rectum was divided intracorporeally with a linear or roticulating stapler through the right-lower trocar, and the line of division was usually transverse or oblique. This procedure is shown in Fig. 1a (transverse division). In the second procedure, which was mainly used in patients with middle or lower rectal cancer, the distal rectum was divided vertically using a linear or roticulating stapler inserted through a small incision at the suprapubic port site after the pneumoperitoneum had been released. As shown in Fig. 1c (vertical division), L-shaped metallic retractors positioned on either side of the rectum were used to facilitate the rectal division. Using the retractors, dividing the rectum was simplified by narrowing it ventrally and creating space by displacing the adjacent organs. The surgical specimens were removed through the small incision at the right-lower or suprapubic port site. Next, the anvil of the circular stapler was positioned in the proximal colon. The circular stapler was, then, inserted through the rectum, and an end-to-end DST anastomosis was completed. A drain was placed in the pelvis at the end of the operation. Protective ileostomy was performed in only one case.

Definition of anastomotic leakage

Anastomotic leakage was clinically defined by the presence of the followings: discharge of gas, pus, or feces from the drain or wound; discharge of pus per rectum; or rectovaginal fistula. All clinically suspicious anastomotic leakages were confirmed by one or more of the following image diagnoses: barium enema of the colon, contrast study by



Fig. 1 a Transverse rectal division through the right-lower port. b Vertical rectal division through the suprapubic port. c Vertical rectal division facilitated by the use of L-shaped pelvic retractors. The distal rectum was divided vertically using a linear or roticulating stapler inserted through a small incision at the suprapubic port site. L-shaped pelvic retractors positioned on either side of the rectum were used to assist facilitate the rectal division. Using the retractors, the cutting of the rectum was simplified by narrowing the rectum ventrally and creating space by displacing the adjacent organs caudally

injection of medium through the drain, computed tomography scan, rectoscopy, or digital rectal examination. In cases in which there was pus but no definite fecal exudates from the drain, additional image studies were done to confirm the diagnosis. If these cases were not proven by these imaging studies to show anastomotic insufficiency, they were defined as pelvic abscess and not as anastomotic leakage.

Statistical analysis

The statistical analysis was performed using the STATISTICA data analysis software system, version 6 (StatSoft, Inc. [2003]; www.statsoft.com). The differences between three or more stapler firings and the rectal division procedures were analyzed for significance by the χ^2 test. Student's *t* test was used to compare mean numbers of stapler firings in the univariate analysis. A *p* value of 0.05 was considered significant.

A logistic regression model was used to analyze the impact of covariates on the risk of anastomotic leakage after laparoscopic anterior resection with DST anastomosis. The following variables were examined as possible risk factors for leakage: anastomotic level, number of stapler firings, body mass index (BMI), and operative experience with laparoscopic rectal resection. Operative experience was represented as each individual surgeon's case sequence number of laparoscopic rectal resection. We evaluated operative experience by using cutoff value of 20 experiences. The World Health Organization classifies a BMI ≥ 25 as overweight and a BMI < 25 as not overweight [10]. Odds ratios and 95% confidence intervals (CI) were calculated in this analysis.

Results

Surgical procedures

The rectal wall of all patients was divided at a transverse or vertical angle through the right-lower or suprapubic port using a linear or roticulating stapler, as shown in Fig. 1a and b. In the vertical division procedure, the

pneumoperitoneum was released and the rectum was directly divided with the aid of two L-shaped metallic retractors, as shown in Fig. 1c.

The mean number of stapler firings for rectal division was higher in the Lap TSME group and Lap TME group than in the Lap HAR group (2.1 times in the Lap TSME group and 2.2 times in the Lap TME group versus 1.6 times in the Lap HAR group; both $p < 0.001$). More specifically, three or more firings were required for rectal division in 25% of the cases in the Lap TSME group and 22% of the cases in the Lap TME groups, and both rates were much higher than the rate in the Lap HAR group ($p < 0.001$ and 0.001, respectively; see Table 1).

The numbers of firings for transverse division and vertical division were similar in the Lap TSME group, whereas in the Lap TME group more firings were performed for transverse division than for vertical division (2.4 and 2.1, respectively). In the Lap TME group, three or more firings were needed for rectal division in 45% of the cases in which transverse division was performed, a significantly higher percentage than in the vertical division group (15%, $p = 0.03$; see Table 2).

Risk factors for anastomotic leakage after laparoscopic resection and DST anastomosis

The risk factors for anastomotic leakage were then assessed in the 180 patients in the series, and the results are shown in Table 3. There were 112 men and 68 women, and their mean age was 60 years (range 23–83). Their mean BMI was 22.6 (range 15–33).

There were no hospital deaths. Postoperative anastomotic leakage occurred in nine (5%) of the patients who underwent laparoscopic DST after anterior resection, and emergency operations with diverting stoma construction were needed in six patients of them. All nine patients with leakage were male. Male was a factor that was associated with leakage, but it was excluded from subsequent analysis because there were no leakage events in any of the females.

In the univariate analysis, anastomotic leakage was strongly correlated with a higher number of staple firings

Table 1 Number of stapler firings during the rectal division according to the level of anastomosis

Type of operation	No of Cases	Mean number of stapler firings	Number of stapler firings during the rectal division	
			2 or fewer firings	3 or more firings (% of 3 or more firings)
HAR	71	1.6	70 / 1 (1%)	**
LAR with TSME	59	2.1	44 / 15 (25%)	
LAR with TME	50	2.2	39 / 11 (22%)	

HAR: High anterior resection, LAR: Low anterior resection
 TSME: Tumor-specific mesorectal excision, TME: Total mesorectal excision
 * : *p* value < 0.001 , ** : *p* value = 0.001

Table 2 Number of stapler firings during the rectal division in laparoscopic low anterior resection

a TSME		
Direction of division (no of cases)	Mean number of stapler firings	Number of stapler firings during the rectal division
		2 or fewer firings / 3 or more firings (% of 3 or more firings)
Transverse division (32)	2.1	24 / 8 (25%)
Vertical division (27)	2.1	20 / 7 (26%)
		} NS

b TME		
Direction of division (no of cases)	Mean number of stapler firings	Number of stapler firings during the rectal division
		2 or fewer firings / 3 or more firings (% of 3 or more firings)
Transverse division (11)	2.4	6 / 5 (45%)
Vertical division (39)	2.1	33 / 6 (15%)
		} *

* : p value = 0.03

during rectal division (15% among the cases requiring three or more staples vs. 3% among the cases requiring two or fewer staples, $p=0.02$). TME was also correlated with leakage, and the p value was 0.02.

A subsequent multivariate analysis (see Table 3) showed that both TME and three or more stapler firings during rectal division were the only factors that significantly increased the risk of anastomotic leakage after laparoscopic DST (OR=5.3, $p=0.02$ and OR=4.6, $p=0.03$, respectively).

Discussion

We experienced some technical difficulty in dividing the middle and lower rectum through the right-lower quadrant intracorporeally. This study clearly showed that rectal division through the right-lower port required more stapler firings than

division through the suprapubic port, especially in the Lap TME group. The results also demonstrated that the number of stapler firings performed during division of the rectum was the factor that significantly increased the risk of postoperative anastomotic leakage. The results suggested that not only the height of the anastomosis and male gender, which previous studies [11, 12] had shown to be risk factors, but also the surgical procedure in dividing the rectal wall is strongly associated with the occurrence of anastomotic leakage after laparoscopic rectal resection. Our vertical approach through the suprapubic small incision enabled the rectum to be divided with two or fewer stapler firings.

The approach from the suprapubic site had the advantage of allowing division of the rectal wall without operator stress. Using the L-shaped retractors made it possible to create enough space to insert the linear stapler device even through a small incision (5 to 7 cm long), and we controlled

Table 3 Risk factors for anastomotic leakage after laparoscopic anterior resection with DST anastomosis

Factors (no. of cases)	Leakage (%)	Univariate analysis		Multivariate analysis	
		Odds ratio of leakage (95% CI)	p Value	Odds ratio of leakage (95% CI)	p Value
Anastomotic level					
TME (50)	6 (12%)	5.8 (1.4–24.3)	0.02	5.3 (1.2–22.7)	0.02
TSME (130)	3 (2%)	–		–	
Number of stapler firings					
Three or more firings (27)	4 (15%)	5.1 (1.3–20.1)	0.02	4.6 (1.1–19.2)	0.03
Two or fewer firings (153)	5 (3%)	–		–	
BMI					
25 < (30)	3 (10%)	2.7 (0.6–11.4)	0.2		
25 ≥ (150)	6 (4%)	–			
Operative experience^a					
20 < (71)	5 (7%)	0.5 (0.1–2.0)	0.3		
20 ≥ (109)	4 (4%)	–			

BMI Body mass index

^a Operative experience was represented as each individual surgeon's case sequence number of laparoscopic rectal resection

the division line by using a camera in the space on both sides of the rectum. It was also possible to choose the staple line on the anal side with help of direct palpation and allow an adequate distal margin. Moreover, with aid of the retractors on both sides of the rectum, it became easy to insert the linear stapler devices from above. Patients in Japan tend to have a lower BMI than patients in Western countries. However, the difficulty or curativeness of intrapelvic surgery is often determined by morphologic factors in the pelvis as well as BMI [13]. In fact, some of our laparoscopic rectal surgery patients have been overweight males with a narrow pelvis, but the vertical rectal division was utilized without operator stress in such cases.

We had experienced no leakages in Lap HAR group. We always divided the rectum by a cutter through the right-lower port in case of Lap HAR, and the line of division was little oblique. On the other hand, three or more firings were used in more than 20% of Lap TSME group and Lap TME group. Moreover, the rates of patients who needed three or more stapler firings for transverse division through right-lower port were 1% in Lap HAR group, 25% in Lap TSME group, and 45% in Lap TME group (shown in Tables 1 and 2). These results were partially due to the long diameter of the wall in middle and lower rectum, but an oblique angle in dividing the rectum was considered to have strong association with multiple firings because the lower the position, the more staplers were used for transverse division, but the association was not found for vertical division.

Some studies have reported leakage rates of 6.4–17% after laparoscopic anterior resection [2, 4, 6, 8], and one of them reported [14] that 62% of the patients who underwent laparoscopic rectal resection required a diverting stoma. In our own laparoscopic series, leakage occurred in 5% of the cases, and a diverting stoma was required in only one case. The leakage rate in the Lap TME group was 12%, and TME was the factor most closely associated with leakage in this series. The finding that TME was the most important risk factor for leakage in laparoscopic rectal resection was similar to the results of former reports that TME has been found to be the most important risk factor for leakage after conventional low anterior resection [12, 15].

Some potential clinical drawbacks of vertical division for cancer of the middle or lower rectum are anticipated. First, release of the pneumoperitoneum could lead to unexpected recurrences. The results of a study by Ishida et al. [16] suggested that increased insufflation pressure promoted the development of metastasis in a mouse laparoscopy model. However, there has been no evidence of disseminated or port site recurrence in our series to date. Second, the procedure requires a larger incision at the suprapubic port site. The mean length of the incision at the suprapubic site in the Lap TME group in this study was 5.4 cm (data not shown). Polliand et al. [1] reported a mean incision length

of 5.6 cm for laparoscopic resection of rectal cancer, which was comparable to the incision length in performing our procedure of vertical rectal division.

In conclusion, TME and multiple stapler firings during division of the distal rectal wall were associated with anastomotic leakage after laparoscopic rectal resection, and vertical rectal division through the suprapubic site allowed multiple stapler firings to be avoided even during laparoscopic TME.

References

- Polliand C, Barrat C, Champault G (2005) Laparoscopic resection of low rectal cancer with a mean follow-up of 7 years. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 15:144–148
- Yamamoto S, Watanabe M, Hasegawa H, Kitajima M (2002) Prospective evaluation of laparoscopic surgery for rectosigmoidal and rectal carcinoma. *Dis Colon Rectum* 45:1648–1654
- Hartley JE, Mehigan BJ, Qureshi AE, Duthie GS, Lee PW, Monson JRT (2001) Total mesorectal excision: assessment of the laparoscopic approach. *Dis Colon Rectum* 44:315–321
- Morino M, Parini U, Giraudo G, Salval M, Brachet Contul R, Garrone C (2003) Laparoscopic total mesorectal excision: a consecutive series of 100 patients. *Ann Surg* 237:335–342
- Law WL, Lee YM, Choi HK, Seto CL, Ho JW (2006) Laparoscopic and open anterior resection for upper and mid rectal cancer: an evaluation of outcomes. *Dis Colon Rectum* 49:1108–1115
- Kim SH, Park JJ, Joh YG, Hahn KY (2006) Laparoscopic resection for rectal cancer: a prospective analysis of 30-month follow-up outcomes in 312 patients. *Surg Endosc* 20:1197–2002
- Lelong B, Bege T, Esterni B et al (2007) Short-term outcome after laparoscopic or open restorative mesorectal excision for rectal cancer: A comparative cohort study. *Dis Colon Rectum* 50:176–183
- Scheidt H, Schneider C, Konrad J et al (2002) Laparoscopic abdominoperineal resection and anterior resection with curative intent for carcinoma of the rectum. *Surg Endosc* 16:7–13
- Zaheer S, Pemberton JH, Farouk R, Dozois RR, Wolff BG, Ilstrup D (1998) Surgical treatment of adenocarcinoma of the rectum. *Ann Surg* 227:800–811
- Seidell JC, Flegal KM (1997) Assessing obesity: classification and epidemiology. *Br Med Bull* 53:238–252
- MacFarlane JK, Ryall RDH, Heald RJ (1993) Mesorectal excision for rectal cancer. *Lancet* 341:457–460
- Yeh CY, Changchien CR, Wang JY et al (2005) Pelvic drainage and other risk factors for leakage after elective anterior resection in rectal cancer patients: a prospective study of 978 patients. *Ann Surg* 241:9–13
- Salerno G, Daniels IR, Brown G, Norman AR, Moran BJ, Heald RJ (2007) Variations in pelvic dimensions do not predict the risk of circumferential resection margin (CRM) involvement in rectal cancer. *World J Surg* 31(6):1313–1320
- Dulucq JL, Wintringer P, Stabilini C, Mahajna A (2005) Laparoscopic rectal resection with anal sphincter preservation for rectal cancer: long-term outcome. *Surg Endosc* 19:1468–1474
- Rullier E, Laurent C, Garrelon JL et al (1998) Risk factors for anastomotic leakage after resection of rectal cancer. *Br J Surg* 85:355–358
- Ishida H, Hashimoto D, Nakada H et al (2002) Increased insufflation pressure enhances the development of liver metastasis in a mouse laparoscopy model: possible mechanisms. *Surg Endosc* 16:331–335

腹腔鏡下結腸切除術

Laparoscopic colectomy

奥田 準二
Junji Okuda谷川 允彦**
Nobuhiko Tanigawa

■ 要 旨 ■

結腸の中でも右側結腸やS状結腸・直腸S状部においては、手技の定型化や器具の開発・改良により、進行癌に対してもシステマティックにD3郭清を伴う腸管切除が腹腔鏡下に安全かつ的確に行えるようになってきた。しかし、左結腸曲近傍の横行結腸～下行結腸の進行癌に対する腹腔鏡下手術では、的確なリンパ節郭清や適切な左結腸曲授動を安全に行う点で難易度が高いとされている。不用意な偶発症・合併症や予期しない再発を回避し、低侵襲手術としての有用性を最大限に引き出すには、腹腔鏡下の外科解剖を熟知し、癌手術の原則を遵守した合理的なアプローチのもとでの的確な手技と適切な器具をシステム化して用いることが肝要である。

■ key words ■

腹腔鏡下手術, 結腸癌, 内側アプローチ

はじめに

結腸の中でも右側結腸やS状結腸・直腸S状部においては、手技の定型化や器具の開発・改良により、進行癌に対してもシステマティックにD3郭清を伴う腸管切除が腹腔鏡下に安全かつ的確に行えるようになってきた。しかし、左結腸曲近傍の横行結腸～下行結腸の進行癌に対する腹腔鏡下手術では、的確なリンパ節郭清や適切な左結腸曲授動を安全に行う点で難易度が高いとされている。

本稿では、進行結腸癌に対する腹腔鏡下手術手技のポイントと注意点について述べる。

適 応

大腸癌に対する腹腔鏡下手術の適応と実績には施設間格差が大きいのが現状である。筆者らは、癌手術の原則を遵守した適切な手技のもとに適応を段階的に拡大し、減圧不能の腸閉塞・高度他臓器浸潤や巨大腫瘍などの症例を除き、内視鏡的切除適応外の早期癌から漿膜浸潤癌までを腹腔鏡下手術の適応としている。ただし、とくに進行癌に対する腹腔鏡下手術には、相応の技術と経験が要求されるため、手術チームの熟練度やデータをもとに適応を明らかとし、インフォームド・コンセントを得て本手術が決定される。

体位と手術チーム・機器の配置

筆者らの施設では、いずれの部位の大腸癌に対しても患者をマジックベッドに固定して碎石位とし、鉗子操作を妨げないよう股関節は伸展させる体位を基本としている。手術チームと機器は、術式に応じて図1のように配置するが、全員が同じモニターをみてミラーイメージによる操作困難を予防している。

右側結腸進行癌に対する
腹腔鏡下結腸右半切除術

1. ポートの配置と小切開部

臍部よりopen techniqueにて12mmポートを挿入し、気腹法(気腹圧7～

* 大阪医科大学一般・消化器外科准教授 ** 同教授

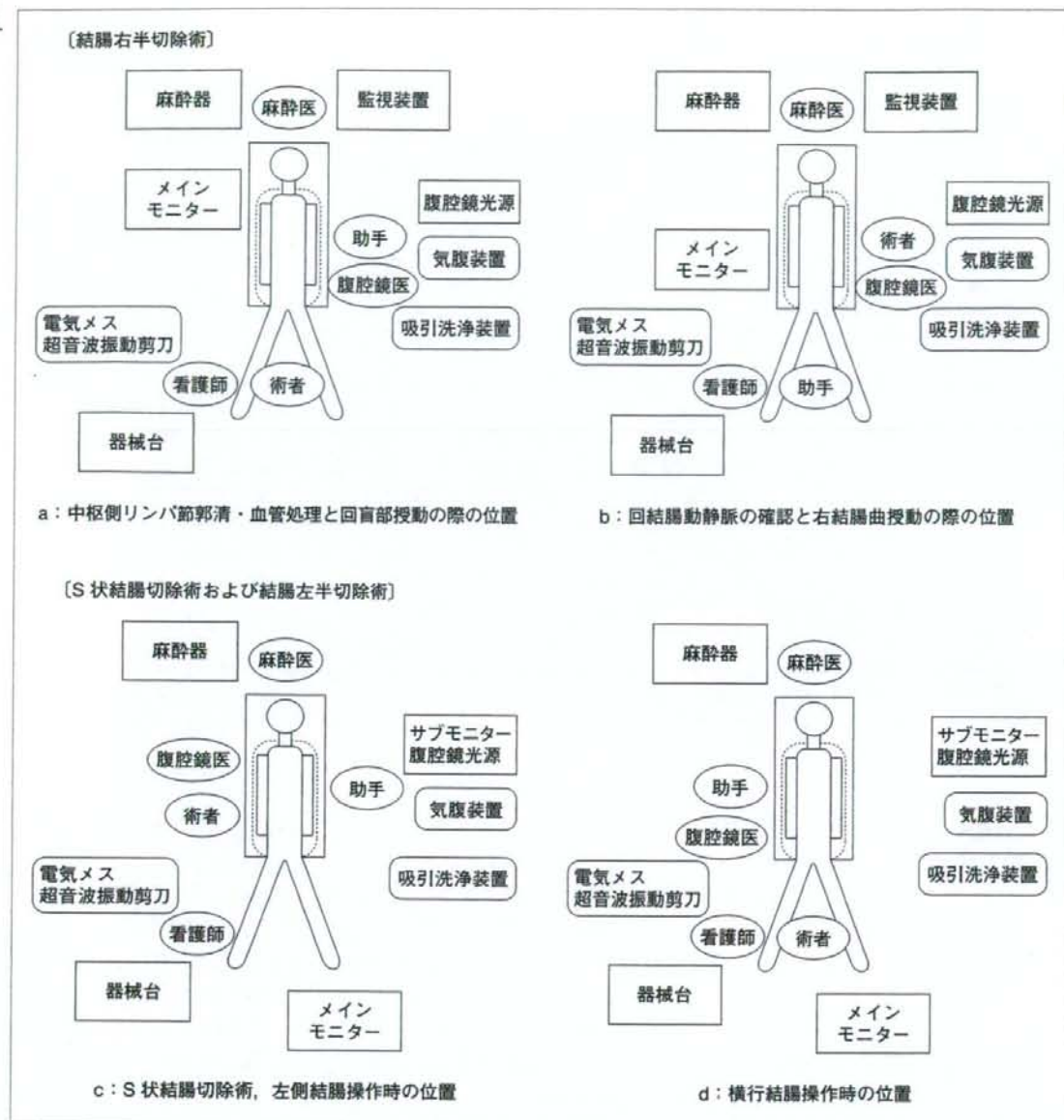


図1 患者セットアップと手術チーム・機器の配置

患者をマジックベッドに固定したうえで砕石位とし、鉗子操作を妨げないよう股関節は伸展させる。チーム全員が同じモニターをみて、ミラーイメージによる操作困難を予防している

8 mmHg) で広い術野を確保する。左右下腹部と左季肋部に 5 mm ポートを、恥骨上部にもポートを追加して 5 ポートとする (図 2)。中枢側リンパ節郭清と回盲部授動時には恥骨上部のポートから、回結腸動静脈の

確認と右結腸曲授動時には臍部から腹腔鏡を入れて良好な術野を得る。筆者らは 5 mm フレキシブルスコープ (オリンパス社製) を使用しており、恥骨上部も 5 mm ポートとして

ポート創を 3~5 cm に延長して、病変部腸管を体外へ誘導し、腸管切離と吻合は体外で行う。通常はドレーン留置をしていない。

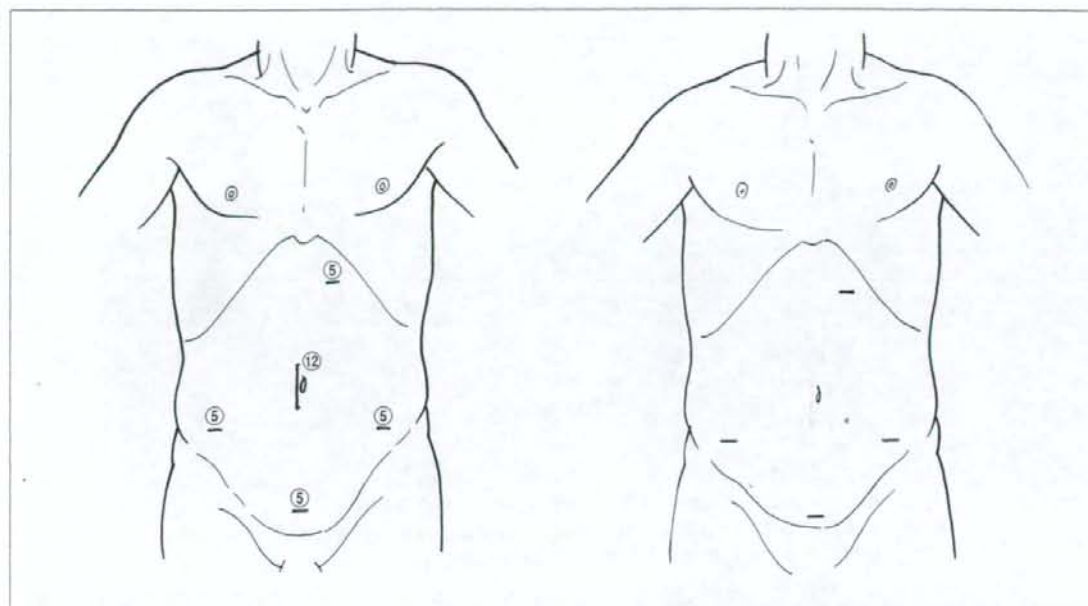


図2 右側結腸癌に対するポート配置と小切開部
丸数字はポートのサイズ (mm) を示す

2. 系統的な術中検索に基づく合理的な術野展開

肝や Douglas 窩腹膜など遠隔転移の検索から始め、領域リンパ節や腫瘍近傍の腹膜の転移や他臓器・漿膜浸潤の有無などを順序よくチェックして進行度の評価を行う。系統的な腹腔内検索の進行に伴い、手術台を軽度の頭低位・左側低位としつつ、大網から横行結腸を上腹部に挙上し、小腸を左腹部に移動させて右側結腸間膜を広く展開することになる。すなわち、順序よく漏れない術中検索を行うことが的確な術野展開につながり、無駄なく切除操作を開始することができる。

3. 内側アプローチ

筆者らは癌手術の原則の遵守と合理的な操作の点から、中枢側リンパ節郭清と血管処理を先行する内側アプローチを推奨している。内側アプローチにて中枢側リンパ節郭清と血管処理を先行し、回盲部から横行結

腸中央までの右半結腸を授動して、辺縁動脈処理、腸管切離と吻合は体外で行う。この手技は病変部腸管への操作を最小限にして癌の血管・管腔・腹腔内への散布を抑え、創部再発予防にも有用な手技と考えている。

1) 回結腸動脈の確認と内側アプローチの開始

通常、右側結腸間膜を介して十二指腸水平部が透見できる。盲腸付近の腸間膜を把持牽引すると腸間膜内の回結腸動脈が索状物として確認でき、十二指腸水平部の下縁に回結腸動脈根が同定できる。回結腸動脈を上腸間膜動脈本幹と誤認せず、内側アプローチによる剝離・郭清を安全・的確に始めるには、まず、術者は患者左側に位置し、臍部のポートから腹腔鏡を挿入する。この視野で回盲部の腸間膜を牽引すると、回結腸動脈が回盲部から十二指腸水平部下縁に連なる索状物として確実に同定できる (図3a)。この

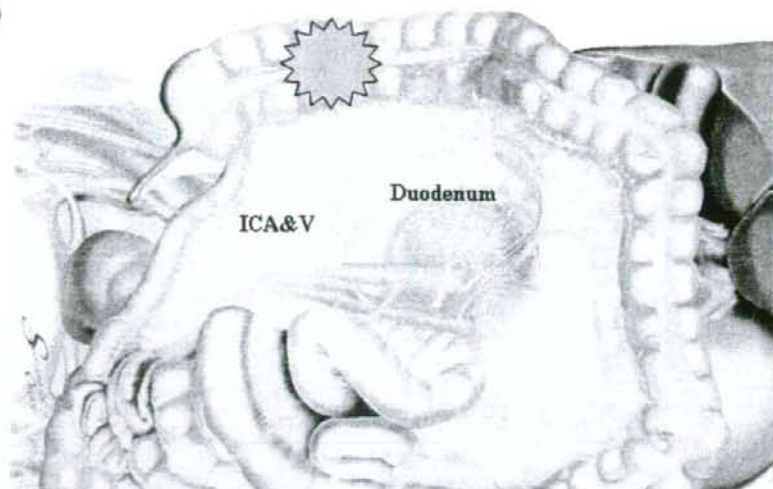
後、術者は患者の両下肢間に移動して腹腔鏡を恥骨上部のポートへ移し、先に同定したラインに沿って右側結腸間膜の剝離を頭側へ進めると、十二指腸水平部を背側に確認しつつ回結腸動脈の isolation が安全確実に行える (図3b)。

2) surgical trunk の郭清 (D3) のポイントと実際

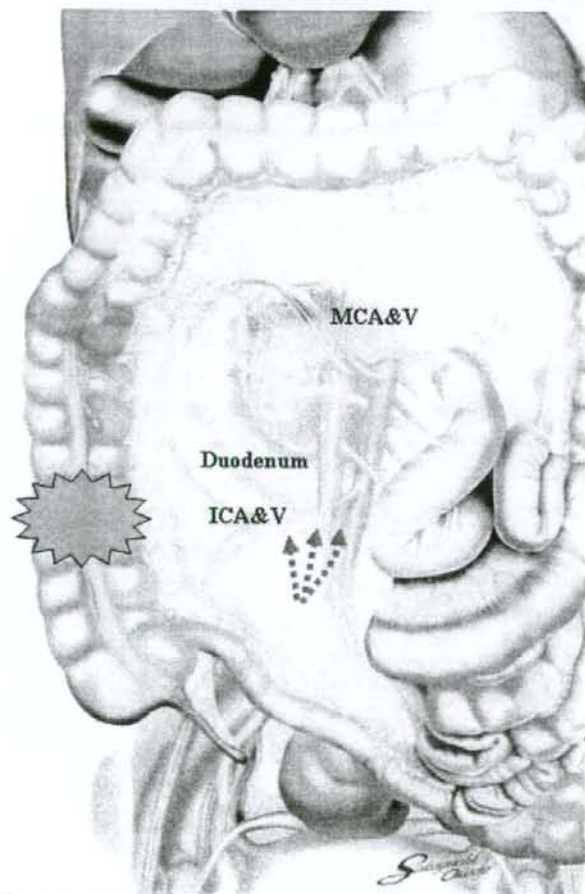
surgical trunk へは、中結腸動脈の血管分岐形態の多彩さに比べて回結腸動脈は分岐形態が限られており、上腸間膜動脈に対する回結腸動脈の走行形態で図4aのように surgical trunk のパターンを2つに大別できる。したがって、頭側 (中結腸動脈根) からではなく尾側 (回結腸動脈根) からアプローチする。

回結腸動脈が上腸間膜動脈の腹側を走行している Type A では、シンプルに上腸間膜動脈の前面を郭清していくと surgical trunk を含む D3 郭清となる。回結腸動脈を根部で

3



a: まず、術者は患者左側に位置して臍部のポートから腹腔鏡を挿入し、この視野で回盲部の腸間膜を牽引すると、回結腸動静脈が回盲部から十二指腸水平部下縁に連なる索状物として確実に同定できる



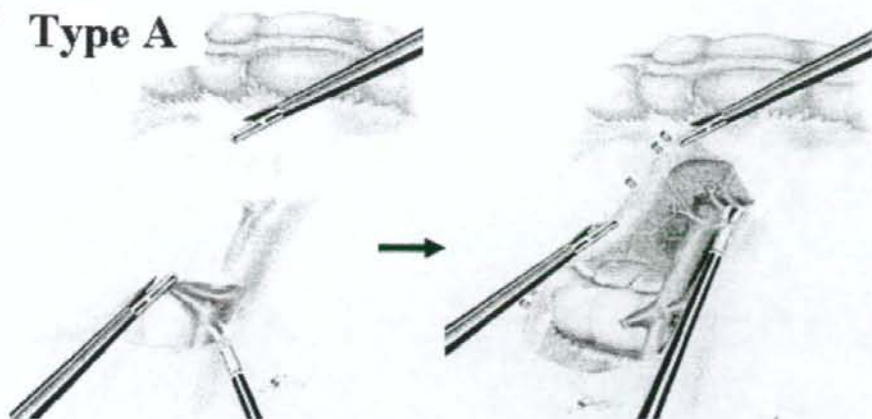
b: 術者は患者の両下肢間に移動して腹腔鏡を恥骨上部のポートへ移し、先に同定したラインに沿って右側結腸間膜の剝離を頭側へ進めると、十二指腸水平部を背側に確認しつつ回結腸動静脈の isolation が安全確実にできる

図3 回結腸動静脈の確認と内側アプローチの開始

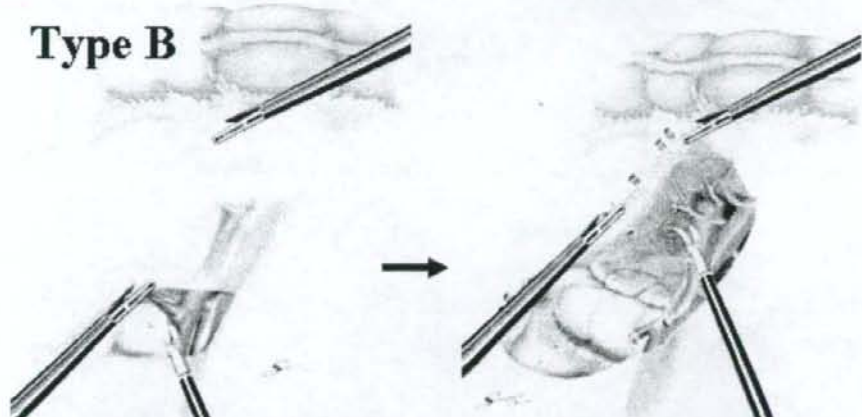
クリッピングして処理した後、上腸間膜静脈前面から上腸間膜動脈右側を郭清する。右結腸動静脈はないことが多いが、ある場合は十二指腸水平部上縁付近に同定できるので根部で処理する。上腸間膜静脈前面の郭清をさらに頭側へ進めて、Henleの胃結腸静脈幹までの surgical trunk を郭清する。一方、回結腸動脈が上腸間膜静脈の背側を走行している Type B では、上腸間膜静脈背側の郭清も必要となり、回結腸動脈根部の郭清は Type A より困難である。すなわち、Type B では回結腸静脈根部を先に処理して上腸間膜静脈背側をめくり上げるように展開し、回結腸動脈根部の郭清と血管処理を行う必要がある。

続いて横行結腸間膜右側を十二指腸下行脚の前面で頭側に向けて剝離した後、内側の臍頭部を慎重に剝離して上腸間膜静脈へ流入する Henle の胃結腸静脈幹を同定する。Henle の胃結腸静脈幹周囲の郭清では、前上膝十二指腸静脈、右胃大網静脈を確認・温存して、残る流入静脈の副右結腸静脈を処理する。必要に応じて中結腸動脈根部リンパ節も郭清し

4 Type A



Type B

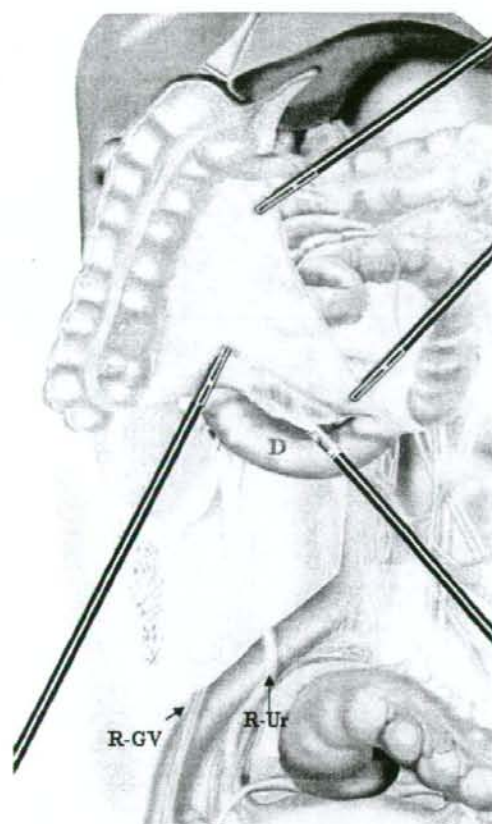


a: 回結腸動脈が上腸間膜静脈の腹側を走行している Type A では、シンプルに上腸間膜静脈の前面を郭清していくと surgical trunk を含む D3 郭清となる。一方、回結腸動脈が上腸間膜静脈の背側を走行している Type B では、上腸間膜静脈背側の郭清も必要となり、回結腸動脈根部の郭清は Type A より困難である

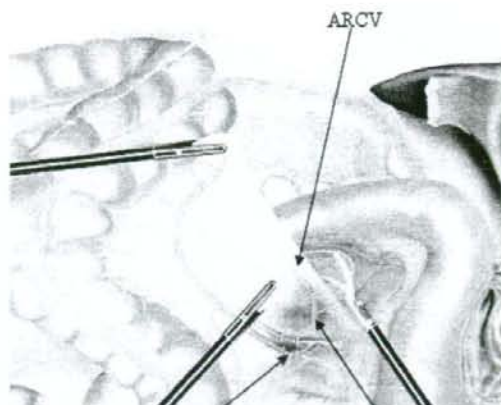


b: Type A の surgical trunk 郭清完了時 (D3)

図 4 surgical trunk の郭清 (D3) のポイントと実際



a: 回盲部からの授動



b: 右結腸曲の授動では副右結腸静脈～Henleの胃結腸静脈幹の損傷に注意する



c: 右半結腸の完全授動

図5 右半結腸の授動と注意点

て中枢側リンパ節郭清(D3)を完了するが、通常、中結腸動脈は左枝を温存して右枝を処理する(図4b)。

4. 右半結腸の剝離授動

右半結腸の剝離授動を主に回盲部から行うか右結腸曲から行うかは、病変の占居部位・進行度や癒着の状態などに応じて臨機応変に決めればよい。

1) 回盲部の剝離授動

手術台を軽度の頭低位・右側低位として小腸を右上腹部に移動させた後、回盲部尾側で後腹膜下に右精巣/卵巣動静脈とその内側で右総腸骨動

脈前面に右尿管を確認する。さらに内頭側の小腸間膜付着部に十二指腸水平部を同定し、尾側より回盲部の剝離を行う(図5a)。後腹膜下筋膜背側に右尿管と精巣/卵巣動静脈を温存しつつ剝離を頭側へ進め、先に内側アプローチで剝離した十二指腸水平部前面の層に連続させる。この際、十二指腸下行脚外縁では前降十二指腸筋膜と右腎前筋膜が癒合しているため、癒合部をシャープに切離して内外の剝離層を連続させるところがポイントとなる。剝離を右腎前筋膜前面で頭側へ進め、上行結腸外側の壁側腹膜付着部を同部まで切

離する。

2) 右結腸曲の剝離授動

術者は患者左側に移動して腹腔鏡を臍部ポートへ移し、手術台を軽度頭高位の左側低位にし、横行結腸右側において大網から横行結腸を尾側へ移動させ、十二指腸球部から下行脚前面で横行結腸右側の剝離を開始する。肝結腸間膜を右結腸曲へ向かって剝離し、右結腸曲を右腎前筋膜前面でtake-downしていくと尾側からの剝離面と連続する。腸間膜の剝離を十二指腸下行脚前面の層で尾内側へ進めていくと、Henleの胃結腸静脈幹に流入する副右結腸静脈

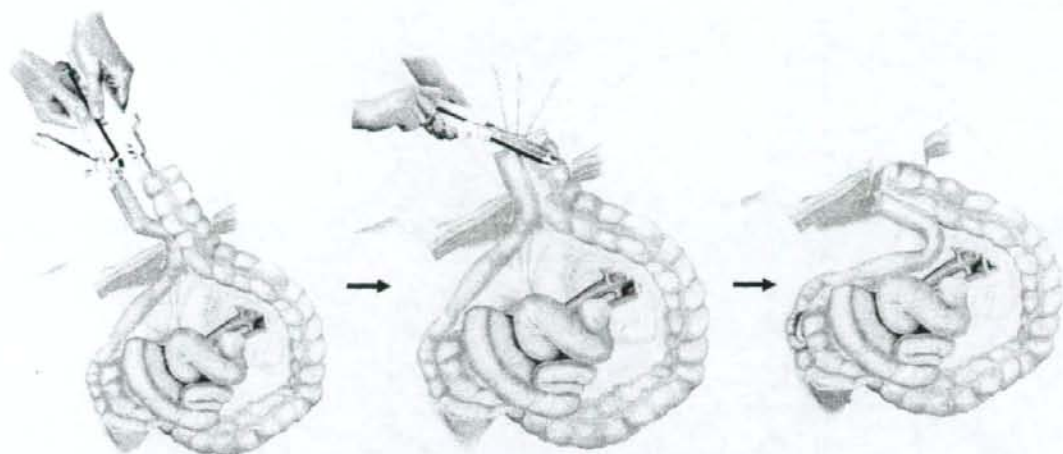


図6 回結腸吻合 (functional end-to-end 法)

吻合部をV字型に広げる方向で断端を閉鎖すると、逆三角形の広く柔かい吻合となる

が露出されてくる (図5b)。中枢側郭清時に副右結腸静脈が不明瞭で処理されていないときは、この展開時に処理するとよい。ただし、副右結腸静脈は短くて裂けやすく、Henleの胃結腸静脈幹流入部で裂けると止血が困難で閉腹縫合止血が必要になることもあるので、牽引には十分注意して確実に処理する。最後に、上行結腸外側の整側腹膜附着部を切離して右半結腸の授動を完了する (図5c)。

5. 腸切除と吻合

臍部のポート創を3~5cmに延長し、創縁をラッププロテクターで保護して右半結腸を体外へ誘導する。体外で腸管切離予定部の辺縁動脈を処理し、ステイプラーにて腸切除とfunctional end-to-end法による吻合を行う (図6)。再度、気腹下に止血や腸間膜欠損部に小腸が嵌入していないことを確認するが、同部は修復せず、大網を充填し、すべての創を閉じて手術を終了する。

S状結腸進行癌に対する 腹腔鏡下S状結腸切除術

1. ポートの配置と小切開部

臍部よりopen techniqueにて12mmのポートを挿入し、気腹法 (気腹圧7~8mmHg) にて広い術野を確保する。左右上下腹部にポートを追加し5ポートとする (図7)。腹腔鏡下操作後に左下腹ポート創を3~5cmに延長して、病変部腸管を体外へ誘導して標本を摘出し、吻合は体外もしくは体内で行う。左上腹部ポート創からドレーンを挿入留置するが、吻合などに問題がなければ省略してもよい。

2. 系統的な術中検索に基づく合理的な術野展開

肝や腹膜など遠隔転移の検索から始めて手術台を頭低位・右側低位としつつ、大網から横行結腸を上腹部に挙上し、小腸を右腹部に移動させて左側結腸間膜を広く展開する。そして、S状結腸間膜と周囲の外科解剖を明らかとする (図8a)。

3. 内側アプローチによる中枢側リンパ節郭清と血管処理

腸間膜を腹外側に牽引して、間膜内の下腸間膜動脈 (IMA) から上直腸動脈 (SRA) を索状物として確認する。右総腸骨動脈を指標に大動脈分岐部を確認し、その尾側で大血管のない岬角付近から腸間膜剝離を開始する (図8b)。SRA~IMA背側で上下腹神経叢を確認し、本幹を温存して腸間膜への分枝のみを処理しながら剝離を頭側へ進める。この後、剝離を腸間膜背側寄りから外側へ進めると後腹膜下筋膜前面の層に入りやすく、左尿管・左精巣/卵巣動脈はその背側に温存される (図8c)。本邦ではS状結腸の長い人が多いため、筆者らは遠位S状結腸から直腸S状部の進行癌に対しては、のちの吻合部への良好な血流維持の目的からLCA温存のD3郭清を行っている。IMA根部付近では大動脈両側から左右腰内臓神経が立ち上がるため、IMA根部のすぐ尾側では神経叢が疎となる。この部からIMA根部の郭清に入るのがよい。位置がわかりにくいときは、先に十二指腸水

7

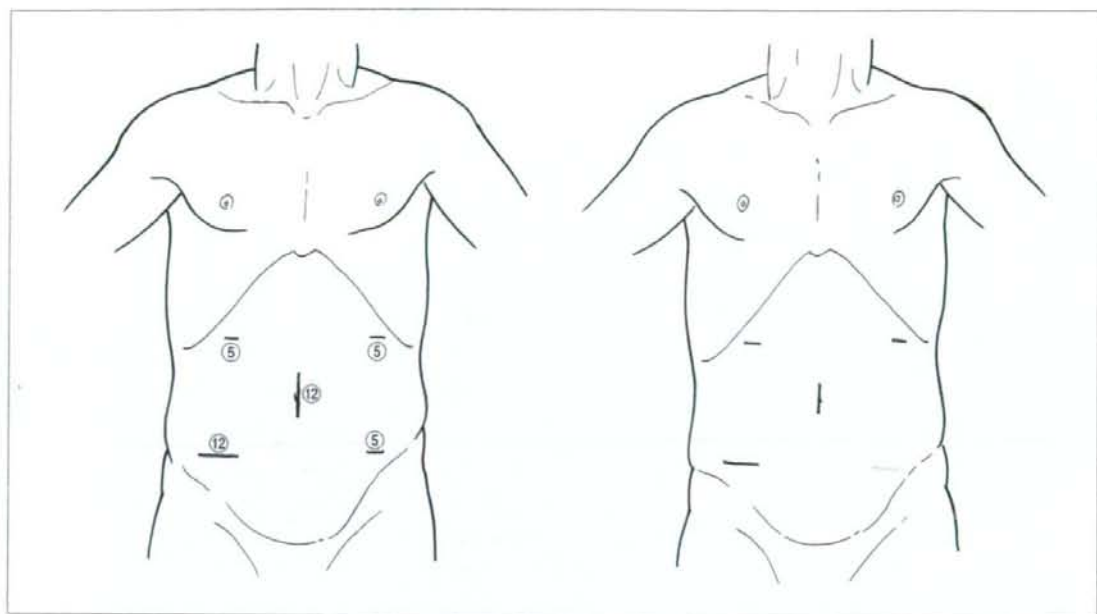
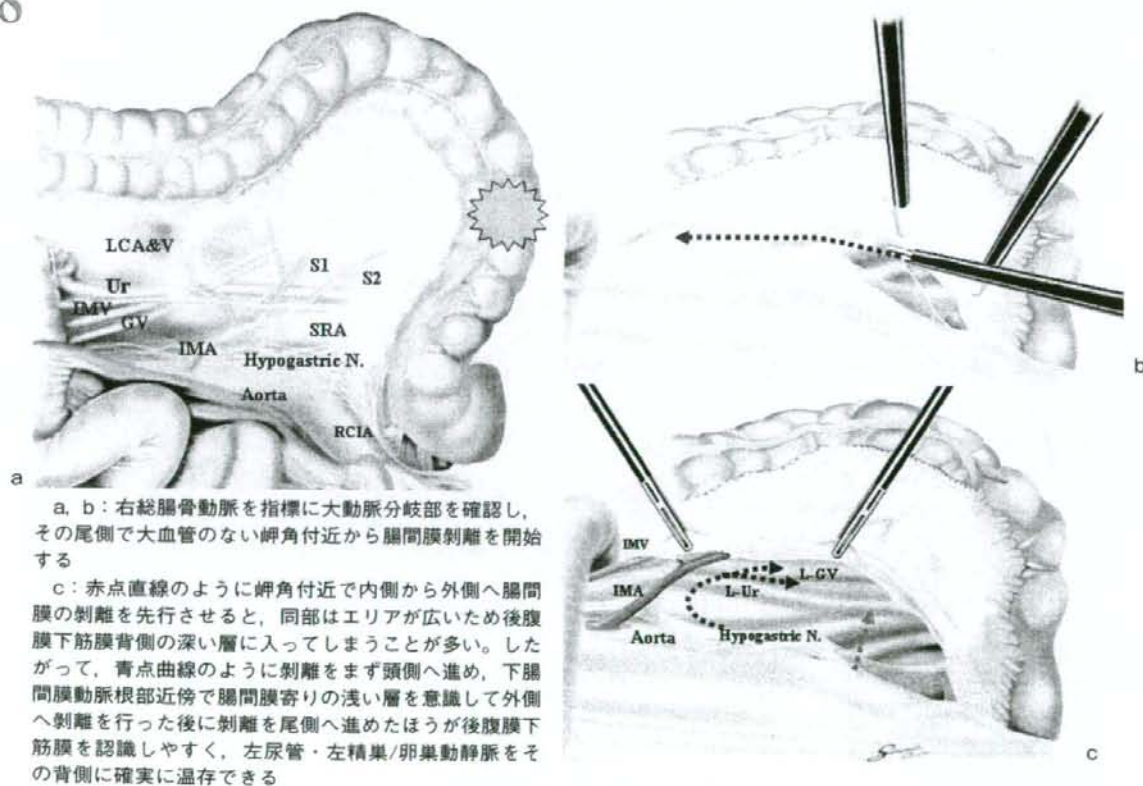


図7 S状結腸癌に対するポートの配置と小切開部
丸数字はポートのサイズ (mm) を示す

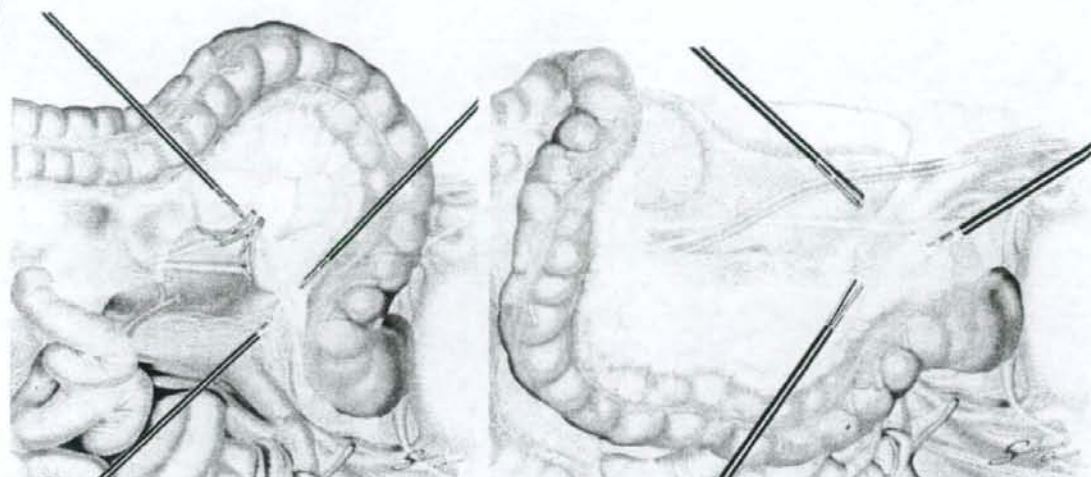
8



a, b: 右総腸骨動脈を指標に大動脈分岐部を確認し、その尾側で大血管のない岬角付近から腸間膜剥離を開始する

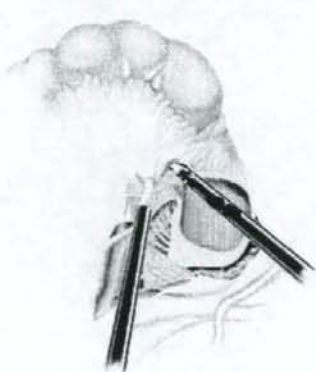
c: 赤点直線のように岬角付近で内側から外側へ腸間膜の剥離を先行させると、同部はエリアが広い後腹膜下筋膜背側の深い層に入ってしまうことが多い。したがって、青点曲線のように剥離をまず頭側へ進め、下腸間膜動脈根部近傍で腸間膜寄りの浅い層を意識して外側へ剥離を行った後に剥離を尾側へ進めたほうが後腹膜下筋膜を認識しやすく、左尿管・左精巣/卵巣動静脈をその背側に確実に温存できる

図8 内側アプローチの開始点と注意点

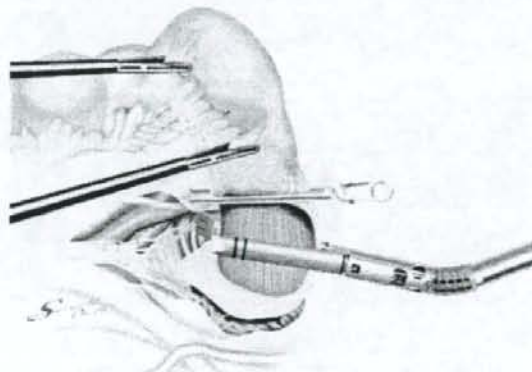


a: 腸間膜の剝離を後腹膜下筋膜前面で内側から外側・尾側へ進める

b: SD junction 頭側から S 状結腸の壁側腹膜附着部を腸管寄りて切離していけば、内側からの剝離面と連続する



c: 肛門側腸管切離線を決定し、同部の直腸間膜を処理する



d: 直腸洗浄に着脱式腸鉗子を用いると、腸管壁が扁平に変形してステイプラーをかけやすくなり、2~3回かけ直すとほとんどの症例で1回のステイプリングで腸管切離が行える

図9 S状結腸の授動と肛門側腸間膜処理・腸管切離

平部下縁で大動脈前面の腹膜を切離して IMA 根部の頭側縁を確認すると IMA 根部が同定しやすくなる。IMA 根部の尾側から右側へと郭清を進め、右腰内臓神経の IMA への分枝を処理する。続いて右側から頭側へと IMA 根部を郭清していき、左頭側にみえる下腸間膜静脈(IMV)まで剝離を進める。IMA を根部で処理する場合は、ここで IMA 根部をクリッピングして切離する。そして、IMA 根部切離末梢端を腹側へ

牽引しつつ IMA 左側の左腰内臓神経の IMA への分枝を IMA 寄りて処理して左腰内臓神経本幹を温存し、後腹膜下筋膜前面の層に入る。IMV は IMA と同レベルで処理する。

IMA 根部から LCA までの血管を温存する場合は、温存する IMA が左側の視野を妨げるため、尾側および頭側から IMA 左側を確認して左腰内臓神経の IMA への分枝を処理する。左腰内臓神経の上下腹神経叢への本幹も IMA 左側と近接してい

るため、IMA の牽引を加減して左腰内臓神経の IMA への分枝のみを処理することがとくに重要である。IMA 根部付近の左右腰内臓神経を完全に温存しつつ、IMA 周囲の郭清を根部から LCA 分枝部まで進める。このとき、IMA と IMV の間のリンパ節も en bloc に切除側へつけるように郭清する。通常、LCA 分枝部は IMA 根部から 4 cm ほど末梢側で IMA に対して鋭角に分岐しているが、第 1 S 状結腸動脈と共通幹と

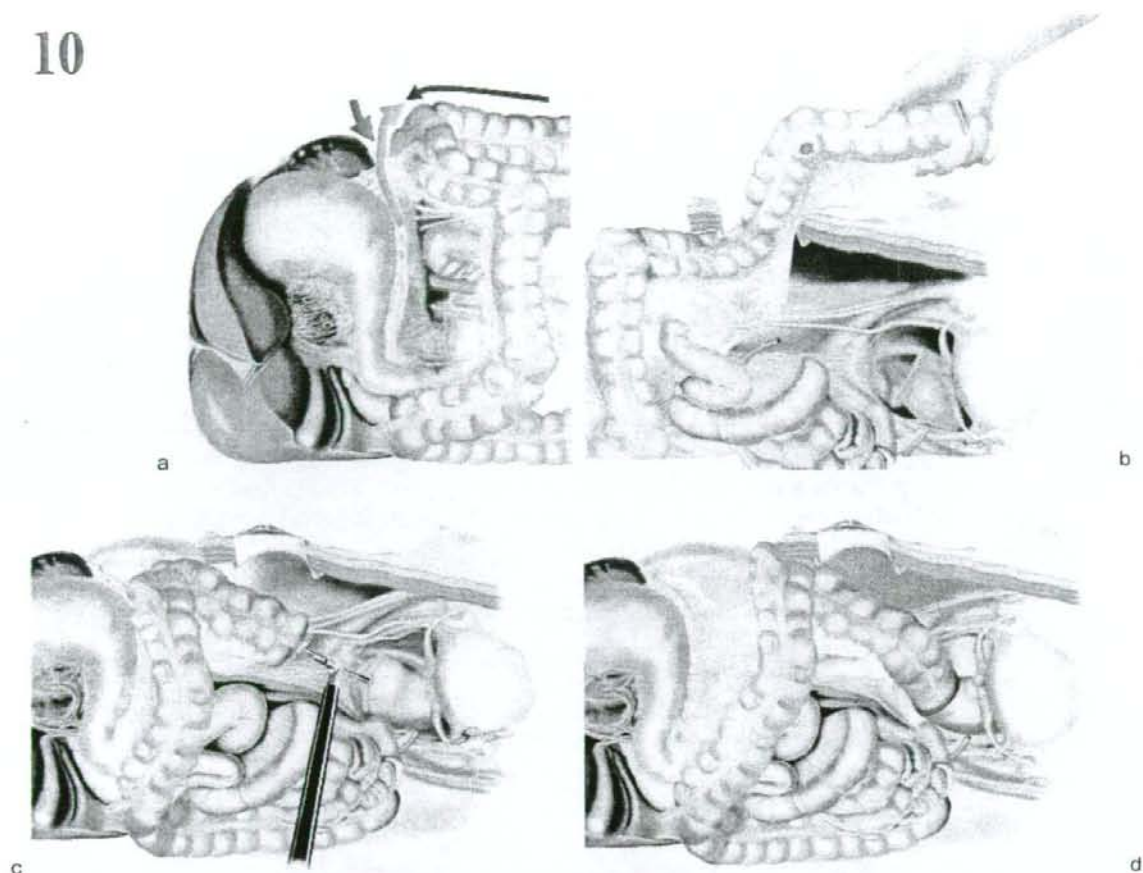


図10 口側腸管授動・腸管切除と直腸結腸吻合 (double stapling 法)

- a: 下行結腸外側からのアプローチ (青矢印) に加えて胃結腸間アプローチ (緑矢印) で網嚢内に入り、左結腸曲方向に大網を切離し、脾体尾部下縁で左側横行結腸間膜付着部を剥離して左腎前筋膜前面の層に入る。さらに、脾下極では上方向からのアプローチ (赤矢印) も加えて脾結腸間膜を剥離して左結腸曲を授動する
- b: 病変部腸管の体外への誘導と腸管切除
- c, d: double stapling 法による腸管吻合

なっていることも多いので注意する。LCA 分岐部の末梢側で SRA をクリッピングして切離し、外側の上直腸静脈も処理して LCA 温存 D3 郭清を完了する。

4. 腸間膜・腸管の剥離授動

腸間膜の剥離を後腹膜下筋膜前面で内側から外側・尾側へ進める (図 9 a)。腸間膜から後腹膜下筋膜を剥がし落とすように剥離操作を加えると、薄い光沢のある後腹膜下筋膜が腸間膜から出血なく剥離され、その背側に左尿管と左精巣/卵巣動静脈

が温存される。ただし、左尿管が骨盤側へ下行する lt. pelvic brim で左尿管が腸間膜剥離層にもっとも近接してくるので、頭側寄りから左尿管を後腹膜下筋膜背側に確認してこれを確実に温存しつつ、腸間膜の剥離を外側と尾側の直腸側へ進めるようにする。

次に、SD junction 頭側から S 状結腸の壁側腹膜付着部を腸管寄り切離していけば、内側からの剥離面と連続する (図 9 b)。層がわかりにくいときは、SD junction の尾側で左精巣/卵巣動静脈を確認し、その

前面で剥離を頭内側へ進めて剥離面を連続させるとよい。なお、あらかじめ内側アプローチでの剥離先進部にガーゼを入れておけば、外側からの剥離時にガーゼを確認することで安心して剥離面を連続させることができる。続いて、左尿管下腹神経筋膜の内側で直腸左側壁を尾側へ剥離する。

5. 上部直腸の剥離・授動と直腸切離

後腹膜下筋膜から尿管下腹神経筋膜の前面で直腸の剥離を肛門側へ進

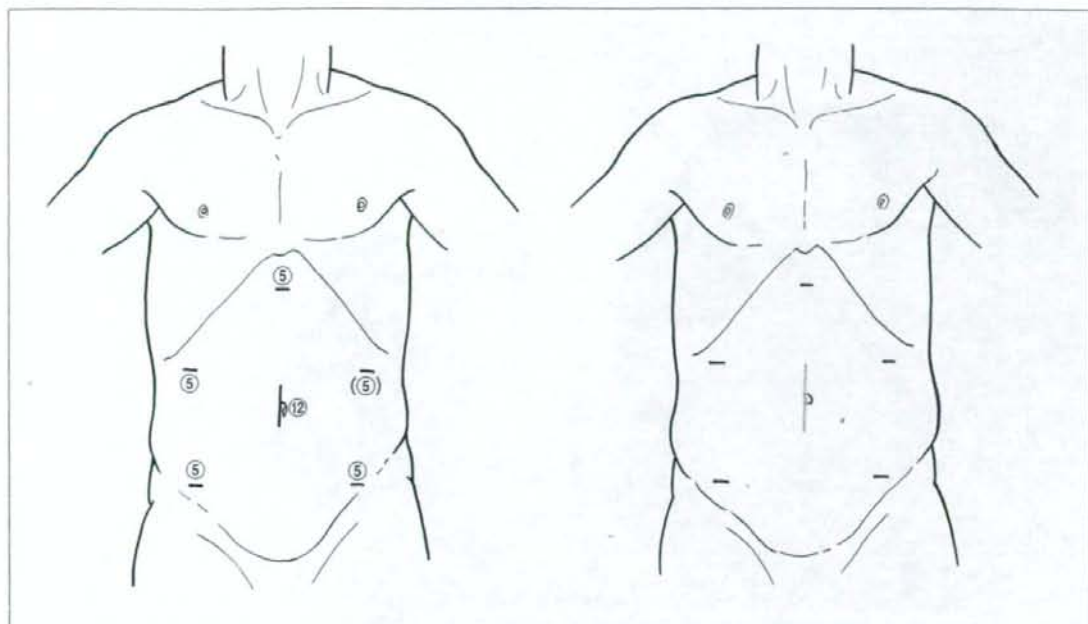


図11 左結腸曲近傍の横行結腸～下行結腸癌に対するポート配置と小切開部
丸数字はポートのサイズ (mm) を示す

め、左右下腹神経を温存して上部直腸を授動する。とくに後壁側では下腹神経に切り込んだり、直腸固有筋膜を破らないように剝離を尾側へ進める。術前点墨などで病変部肛門縁を確認して肛門側腸管切離線を決定し、同部の直腸間膜を処理する (図9e)。吻合部再発予防のため病変の肛門側を着脱式腸鉗子 (ビー・ブラウンエスクラップ社製) で閉塞して直腸洗浄を行い、右下腹部ポートからステイプラーを挿入して腸管に直交した適切な切離面と distal margin (DM) を確保して直腸を切離する (図9d)。なお、直腸洗浄に着脱式腸鉗子を用いると、腸管壁が扁平に変形してステイプラーをかけやすくなり、2～3回かけ直すとほとんどの症例で1回のステイプリングで腸管切離が行える。

6. 左結腸曲の授動

のちの吻合に備え、S状結腸から下行結腸を授動するが、本邦ではS

状結腸の長い人が多いため、左結腸曲の授動を要することは少ない。左結腸曲授動の場合は、下行結腸外側からのアプローチに加えて胃結腸間アプローチで網嚢内に入り、左結腸曲方向に大網を切離し、脾体尾部下縁で左側横行結腸間膜附着部を剝離して左腎前筋膜前面の層に入る。さらに、脾下極では上方向からのアプローチも加えて脾結腸間膜を剝離して、安全確実に左結腸曲を授動する (図10a)。

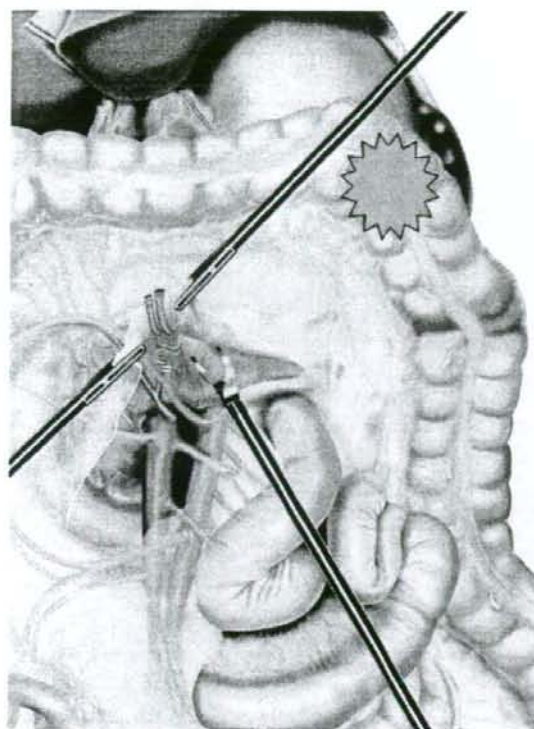
7. 切除標本の摘出と腸吻合

左下腹部のポート創を3～5cm程度の小切開創に延長し、創縁をラッププロテクターで保護して病変部を含む直腸を体外へ誘導する (図10b)。体外で口側腸間膜と腸管を切離して標本を摘出し、口側腸管断端にアンビルを装着する。これを腹腔内へ戻して創部・腹腔内を洗浄後、再気腹を行う。肛門よりサーキュラステイプラーを挿入して直腸断

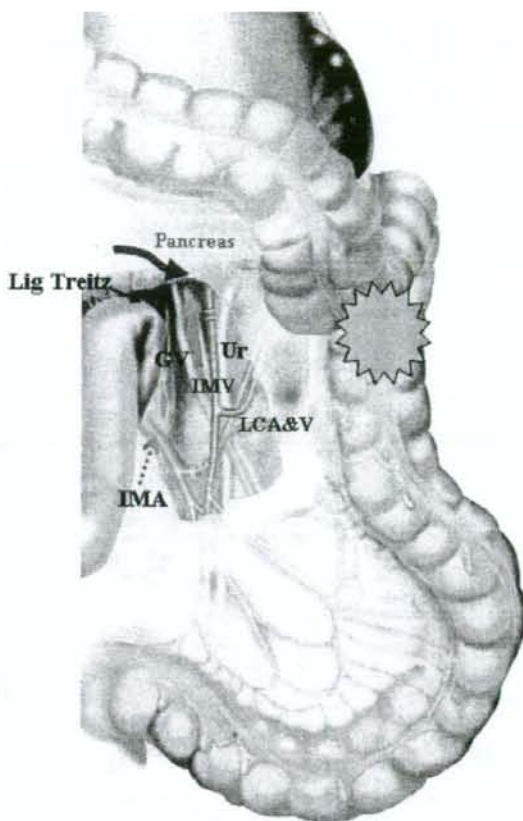
端を貫通させ、口側腸管にねじれや緊張がなく周囲の組織を巻き込んでいないことも確かめた後、double stapling法で吻合する (図10c, d)。leak testを行い、腸間膜欠損部は修復せず、左上腹部ポート創よりドレーンを Douglas 窩に留置し (吻合などに問題なければ省略してもよい)、右下腹部の12mmポート創はヘルニア予防のため腹膜・筋膜を縫縮する。すべての創を閉じて手術を終了する。

左結腸曲近傍の横行結腸～下行結腸進行癌に対する 腹腔鏡下結腸左半切除術

結腸の中でも左結腸曲近傍の横行結腸～下行結腸の進行癌に対する腹腔鏡下手術は、的確なリンパ節郭清・血管処理と適切な左結腸曲の授動を安全に行う点でもっとも難易度が高いとされている。



a: 臍頭十二指腸部と Treitz 靭帯左側での膵体部
を landmark として、中結腸動脈根部を左右
から挟み込むようにして No. 223リンパ節を
郭清し、D3郭清とする



b: 左側結腸間膜の剝離を不用意に頭側へ進めてい
く(赤矢印)と膵の背側へ入り、膵損傷や脾静
脈損傷の原因となる。したがって、横行結腸間
膜左側を膵体部の腹側で剝離してこれを左側結
腸間膜側へ進めるのがよい(青矢印)

図12 内側アプローチによる中枢側リンパ節郭清・血管処理・腸間膜剝離のポイント

1. ポートの配置

臍部より open technique にて12mmのポートを挿入し、気腹法(気腹圧7~8 mmHg)にて術野を確保する。図11に左結腸曲近傍の横行結腸癌と下行結腸癌に対するポートの配置を示す。腹腔鏡下操作後に臍部ポート創を3~5 cm に延長して、病変部腸管を体外へ誘導して腸切除と吻合は体外で行う。

2. 系統的な術中検索に基づく合理的な術野展開

肝や腹膜など遠隔転移の検索から始めて、手術台を軽度頭低位・右側

低位としつつ、大網から横行結腸を上腹部に挙上し、小腸を右腹部に移動させて横行結腸間膜左側~左側結腸間膜を広く展開する。

3. 内側アプローチのポイント

横行結腸間膜への内側アプローチでは、患者右側では十二指腸水平部が、左側では Treitz 靭帯と膵体部下縁が適切な剝離層を同定する landmark となる。

4. 中枢側リンパ節郭清(D3郭清)と血管処理

1) 横行結腸間膜の剝離と中結腸動静脈の処理

横行結腸間膜右側を介して透見できる十二指腸水平部を landmark として、その上縁の付近から横行結腸間膜の剝離を開始して Treitz 靭帯の方向へ進める。Treitz 靭帯近傍では横行結腸間膜左側を介して膵体部下縁を確認し、その腹側で横行結腸間膜を剝離して網嚢に入り、膵体部を確認する。患者右側では、十二指腸水平部上縁で右結腸動脈(これがない場合は回結腸動脈)根部付近から