

<特集「低侵襲手術・機能温存手術の最前線」>

小児外科領域における 低侵襲手術・機能温存手術の最前線

木 村 修

京都府立医科大学大学院医学研究科小児外科学*

Recent Advances of Minimally Invasive Technique in Pediatric Surgery

Osamu Kimura

*Department of Pediatric Surgery,
Kyoto Prefectural University of Medicine Graduate School of Medical Science*

抄 録

小児外科領域における鏡視下手術の適応疾患は多岐に渡るが、そのなかでも機能温存の観点から腹腔鏡下鼠径ヘルニア修復術と高位型の直腸肛門奇形に対する腹腔鏡下腹会陰式直腸肛門形成術についてその利点や問題点などについて述べた。

鼠径ヘルニア修復術は精管や卵管損傷の危険がなく、また、小児外科における鏡視下手術の基本手技習得にも有用である。また、腹腔鏡下直腸肛門形成術では開腹手術に比べて有意に術中出血量が少なく、また開腹術で67%に認められた術後の直腸粘膜脱が全く認められなかった。腹腔鏡下の操作により、直腸間膜の切離範囲が最小限に抑えられたことがこれらの良好な結果につながったと考える。

キーワード：低侵襲手術，小児外科，鼠径ヘルニア修復術，腹会陰式直腸肛門形成術，腹腔鏡下手技。

Abstract

In pediatric surgery, many kinds of thoracoscopic and laparoscopic procedures have been undertaken. Among those, the techniques and benefits of laparoscopic inguinal hernia repair and laparoscopic abdominoperineal anorectoplasty were described. Laparoscopic hernia repair was useful for preventing injuries of seminal duct and testicular vessels in male patients, and for preventing accidental ligation of ovarian tube in girls comparing with traditional Potts procedure. This procedure could be also useful for young surgeons to learn basic laparoscopic surgical technique in pediatric surgery. In laparoscopic abdominoperineal anorectoplasty, the amount of intraoperative bleeding was significantly smaller than that in open technique. After laparoscopic procedure, no patients developed rectal mucosal prolapse whereas 67% of the patients who underwent open procedure developed rectal mucosal prolapse postoperatively. Minimal dissection of the mesorectum in laparoscopic technique may have provided those better outcomes.

Key Words: Minimally invasive surgery, Pediatric Surgery, Inguinal hernia repair, Abdominoperineal anorectoplasty, Laparoscopic technique.

はじめに

小児外科では患児の成長発達を考慮し、開腹および開胸手術においても、できるだけ手術侵襲を抑え、患児がもつ正常機能を温存するよう以前から心がけてきたが、さらに鏡視下手術の発達により当教室では1996年から腹腔鏡下手術を導入し、その適応を広げてきた。これまでに当教室で行なってきた主な胸腔鏡下および腹腔鏡下手術を表1にまとめたが、小児外科領域では鏡視下手術の対象となる疾患は非常に多岐にわたる。これら以外でも、世界的には先天性食道閉鎖症、先天性横隔膜ヘルニア、胆道拡張症、胆道閉鎖症などの疾患に対して鏡視下手術

が試みられている。しかし、総合的な低侵襲性や術後機能の面から考えた場合、技術的には可能であっても、現在のところ標準術式としてコンセンサスを得られるまでには至っていない¹⁾²⁾。

したがって、今回はこれらのトライアル的な手術手技ではなく、美容上の利点や低侵襲性に加え、術後の機能温存の観点から、小児外科では最も症例数の多い鼠径ヘルニア修復術、そして術後の排便機能が特に問題となる高位の直腸肛門奇形症例に対する腹会陰式直腸肛門形成術の鏡視下手術を取り上げ、その利点や問題点などについて述べる。

表1 小児外科領域で扱ってきた鏡視下手術

・腹腔鏡下手術	
<消化管>	<腹腔および後腹膜腫瘍>
幽門筋切開術	神経芽腫摘出術
噴門形成術	ウィルムス腫瘍摘出
胃固定術	大網嚢腫摘出術
胃瘻造設術	卵巣嚢腫摘出術
腸閉塞手術	腹腔内嚢胞摘出術
虫垂切除術	<鼠径ヘルニア・その他>
直腸肛門形成術	鼠径ヘルニア修復術
メッケル憩室切除術	VP シヤントチューブ回収
回腸重複・虫垂切除術	<泌尿生殖器>
<肝・胆・膵>	腹腔内精巣摘出術
肝生検	子宮全摘出術
脾臓摘出術	卵巣奇形腫摘除術
胆嚢摘出術	尿管嚢胞切除術
・胸腔鏡下手術	
縦隔腫瘍摘出術	
ブラ切除術	
肺部分切除術	
肺腫瘍生検	
横隔膜縫縮術	
リンパ管腫に対するOK432局注療法	

腹腔鏡下鼠径ヘルニア修復術

小児の鼠径ヘルニアでは成人の鼠径ヘルニアで行われる鼠径管後壁の補強は基本的に必要ではない。これまで長い間、鼠径部に2~3 cmの皮膚切開をおき、鼠径管を開放して、ヘルニア嚢の高位結紮を行う Potts 法が小児鼠径ヘルニアの標準術式であった。しかし、男児では大きなヘルニア嚢を持つ乳児の場合、その手術手技は決して容易なものではなく、精管や精巣動静脈をヘルニア嚢から剥離する際にそれらを損傷してしまう危険性や、剥離操作による術後の腫脹などが将来の精巣機能に悪影響を及ぼす危険性が危惧される³⁾。また、女児においてはヘルニア嚢を高位結紮する際に、accidental に卵管を同時に結紮してしまい将来の不妊の原因となる可能性も報告されている⁴⁾。

それに加え、この術式では対側の潜在的な鼠径ヘルニアをすべて診断することができない。

これに比し、腹腔鏡下手術の利点は

- ①手術創がほとんど目立たず美容的に優れていること。
- ②術後疼痛がほとんどないこと。
- ③術前には指摘できなかった対側のヘルニア嚢の有無の確認ができること。
- ④男児では精巣動静脈および精管をヘルニア嚢から剥離する操作がないため手術操作による精巣への血流障害や精管の閉塞の心配がほとんどないこと。
- ⑤女児では、ヘルニア嚢結紮時に誤って卵管や卵巣を同時に結紮してしまう危険性がないこと。

などが挙げられる。もちろん、美容的な側面や、術後の痛みがほとんどないという低侵襲性も重要であるが、男児の場合、精管や精巣動静脈を全く触らずに済むこと、女児の場合には、卵管や卵巣を誤って結紮することがないことが最も重要であると考えている。すなわち、従来の Potts 法では、頻度は低いですが、前述のように鼠径ヘルニアの根治手術が原因で不妊になる可能性が報告されているが、腹腔鏡下手術ではその心配をする必要がないことが最大の利点であ

ると考えている。

デメリットとしては、従来の Potts 法では腹腔内を触ることは全くないが、鏡視下手術では腹腔内への手術器具の挿入や手術操作の際に、腹腔内臓器損傷の危険性があること、および術後の腹腔内癒着の可能性が挙げられる。現在、筆者らは最初のポートを腹腔内に留置する際には、臍輪内で小開腹を行うことで、手術器具を腹腔内にブラインドで挿入することは避けている。また、内ソケイ輪近傍の必要最小限度の手術操作であれば、腹腔内臓器損傷の危険性や術後の癒着性イレウスを心配する必要性がほとんどないと考えており、これらのデメリットもそれほど大きいとは考えていない。実際に今までの経験症例において、腹腔内臓器損傷の経験は一例も無く、また、初期の一例に再発を認めましたが、再手術時には腹腔内の癒着は全く認めず、初回手術と全く同じ操作により内鼠径輪の縫縮が可能であった。従来の鼠径アプローチに比べ再発率がやや高いと報告されていたが、最近ではむしろ鏡視下手術の方が、再発率が低いとの報告もある^{5,6)}。

手術手技

臍部からカメラ用の3 mmのポートを挿入しその左右に対称となるように3 mmのポートを挿入している。腹壁の薄い乳児では、ポートを用いず、メスで腹壁に開けた小切開部より直接鉗子を腹腔内に挿入している。

両側の内鼠径輪を確認し、片側または両側ヘルニアの診断を行う。右鼠径ヘルニアの場合、術者は患者の左側に立ち、左鼠径ヘルニアの場合には術者が患者の右側に立って手術を行う。内鼠径輪近傍の腹壁から、直接4-0プロリンを腹壁を貫く形で腹腔内に刺入し、腹腔内から鉗子にてこの針を把持、牽引し、縫合糸を腹腔内に挿入している。この時、糸の長さは体格によって調整しているが、約10~12 cmとしている。

内鼠径輪を注意深く観察し、purse string suture をかける部位を決定する。腹膜を左の把持鉗子にてつまみ上げることにより、男児では精巣動静脈と精管から腹膜を遊離させ、これを針ですくうようにしながら縫合を進める。

ヘルニア囊全周にわたって腹膜の外側に **purse string suture** がかったところで腹腔内からこの糸を結紮する。女兒では子宮円索を剥離する必要はないので、男児よりもやや手技が容易であるが、卵管が内鼠径輪に近い部位に存在する場合には卵管が内鼠径輪に引き込まれないように注意しながら縫合結紮をする必要がある。(図1)

唯一の技術的な問題点としては、腹腔内において左手の鉗子で腹膜を軽く持ち上げながら、これをすくようにして **purse string suture** をかける操作にやや熟練を要することである。しかし、この手技に習熟することにより、微妙な腹腔内操作を術者が両手を使って行う感覚を身につけることができる。この術式を開始する以前には、筆者のみが腹腔鏡下噴門形成術などのより複雑な手術を執刀していたが、最近では本術

式をマスターした後は、より複雑な鏡視下手術でも安全に問題なく執刀出来る人が徐々に増えてきている。

小児外科領域で鏡視下手術を考える場合、いつも問題に挙げられることのひとつに教育システムの確立が難しいことがある。筆者も鏡視下手術の手術手技の習得には、成人外科を修練した際に腹腔鏡下胆嚢摘出術を執刀したことがその基礎となっている。小児外科では成人外科での胆嚢摘出術のように、症例数が多く、基礎的な技術が習得できる手技がこれまでなかった。もちろん、現在、日本の多くの小児外科施設で腹腔鏡下鼠径ヘルニア修復術がすでに行われているが、そのほとんどが **LPEC 法**⁷⁾ と呼ばれる術式で、本術式のように術者が両手を使って、腹腔内から内鼠径輪を体内結紮する手技ではない。筆者は **LPEC 法** の有用性を否定するもので

ポート挿入位置

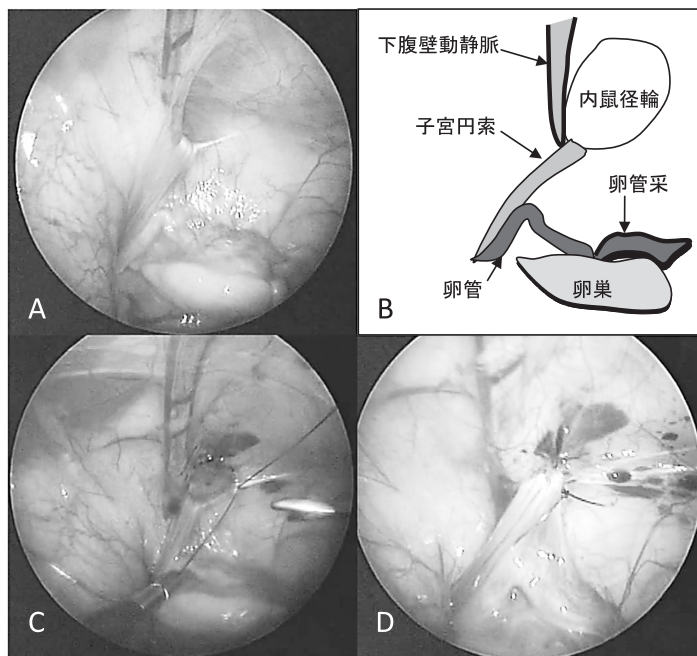
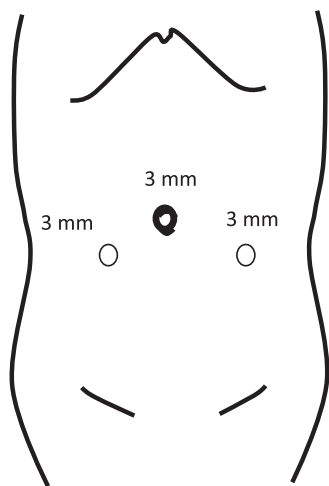


図1 女兒に対する腹腔鏡下鼠径ヘルニア修復術の術中所見

A : 開存している右内鼠径輪。子宮円索に引きつられて、卵管が内鼠径輪近傍に存在している。

B : 写真Aのシェーマ

C : 全周性に内鼠径輪に **purse string suture** をかけたところ

D : **purse string suture** を結紮し、内鼠径輪を縫合閉鎖したところ。卵管が鼠径管内に引き込まれていないことを確認しながら操作が可能。

はないが、LPEC法を数多く執刀しても、より複雑な手術手技への橋渡しとなる技術の習得は困難であると考えている。

今後ドライラボでのトレーニングを同時に進め、安全性を確保しながら症例を重ねていけば、若い世代の小児外科医が腹腔鏡手術手技を身につけるための基本術式として本術式が重要な位置を占めることになると思われる。

腹腔鏡下腹会陰式直腸肛門形成術

直腸肛門奇形の中でも高位型では術後の排便機能に重要な骨盤底筋群の発達が非常に未熟である。現在広く行われている仙骨正中式直腸肛門形成術 (Posterior Sagittal Anorectoplasty) ではこれらの未熟な筋肉、特に恥骨直腸筋を切開しなければならない。中間位型ではこれらの筋群はかなり発達しており、一旦切開してもほとんど問題にならないが、高位型では大きな問題となる可能性があり、当教室ではこれまでこれらの筋群を損傷することなく、直腸と高位の尿道瘻を切離し、直腸盲端を会陰部まで pull-through する腹会陰式直腸肛門形成術を開腹により施行してきた。そしてさらに、これらの手技を腹腔鏡下に行うことにより、良好な視野でかつ直腸周囲の剥離を最小限の操作で行うことが可能となった⁸⁾。

手術手技

臍部からカメラポートを挿入し、右側腹部から術者のワーキングポートを2本挿入し手術を行う。腸間膜の処理は腹膜翻転部より行い、十分に直腸を頭側へ牽引し、直腸間膜を電気メスやハーモニックスカルペルを用いて順次焼灼していく。直腸を全周性に剥離する際には、尿管、精管の走行を十分観察し、これらを損傷しないように腸管壁に沿って剥離を進めることが重要となる。直腸壁の剥離を進めていくと、前立腺部尿道に瘻孔がつながっている部位を確認できるので前立腺壁ぎりぎりまで剥離を進め、この部位にて瘻孔を切離する。筆者らは瘻孔の切離の際には、まず瘻孔の穿刺結紮を行い、切離後さらに endo-loop にて2重に結紮している。

その後、神経刺激装置を用いて骨盤底筋群の

収縮を確認し、尿道の直ぐ背側にある恥骨直腸筋係蹄の内側を鈍的に剥離することで腹腔内からの pull-through 経路の作成を行っている。この際、会陰部からの同時操作にて外肛門括約筋の中心を剥離して行き、腹腔内からの剥離部位と最終的に開通させ、より生理的な pull-through 経路の作成が行えるようにしている。開通した pull-through 経路にペンローズドレーンを挿入し、その内腔にヘガール拡張器を挿入することで徐々に pull-through 経路を拡張し、最終的に剥離した直腸盲端を会陰部へ pull-through している。

開腹手術に比し、腹腔鏡下手術の利点は

- ①創の小さく、美容的に優れていること
- ②骨盤底筋群の操作がより良好な視野で行えること
- ③直腸間膜の切離範囲を最小限にできること。

であるが、腹腔鏡手術の有効性を評価する目的に、1990年から2007年までに当科で腹会陰式直腸肛門形成術を施行した28例を、従来行っていた開腹手術症例 (n=15) と腹腔鏡下手術症例 (n=13) に分けて検討した。フォローアップ期間は開腹手術症例では3年から19年 (平均12年)、腹腔鏡下手術症例では3年から8年 (平均4年) であった。検討項目としては、手術時間、術中出血量、術後の排便機能 (臨床機能評価)、客観的な直腸肛門機能評価 (直腸肛門内圧測定)、および術後合併症である。尚、臨床機能評価は4歳以上の患児のみを対象とし、評価には日本直腸肛門奇形研究会の排便機能スコアを用いた。

手術時間は開腹手術、および腹腔鏡下手術でそれぞれ 230 ± 86 分、 263 ± 61 と両手術間で有意な差を認めなかったが、腹腔鏡下手術では開腹手術に比較し、有意に術中出血量が少なかった (65 ± 44 g vs. 12 ± 11 g, $P < 0.003$)。術後排便機能では開腹手術症例と腹腔鏡下手術症例では有意な差を認めなかった (表2)。直腸肛門内圧測定でも、両者に有意な差を認めなかった (表3)。術後合併症では開腹手術症例で67%に直腸粘膜脱を認めたが腹腔鏡下手術症例では直腸粘膜脱が全く認められなかった (表4)。

表2 開腹術症例と腹腔鏡下手術症例の術後排便スコアの比較

術式	症例数	排便スコア		
		Good (8~7)	Fair(6~4)	Poor(3~0)
開腹術	14	3 (21.4%)	10 (71.4%)	1 (7.1%)
腹腔鏡下手術	5	1 (20.0%)	4 (80.0%)	0 (0.0%)

表3 開腹術症例と腹腔鏡下手術症例の直腸肛門内圧測定の結果

術式	症例数	直腸肛門内圧測定	
		最大肛門管静止圧 (cmH ₂ O)	直腸肛門反射陽性
開腹術	15	31 ± 14	1/15 (7%)
腹腔鏡下手術	13	34 ± 9	3/13 (23%)

表4 開腹手術症例と腹腔鏡下手術症例における術後合併症の比較

術後合併症	開腹手術症例 (n=15)	腹腔鏡下手術症例 (n=13)
直腸粘膜脱	10/15 (67%)*	0/13 (0%)*
瘻孔断端縫合不全	0/15 (0%)	1/13 (7.7%)
神経因性膀胱	0/15 (0%)	1/13 (7.7%)

*P=0.003

腹腔鏡下手術症例の一例に術後神経因性膀胱を一過性に認めたが、保存的な治療により軽快した。腹腔鏡下手術症例のうち直腸尿道瘻の処理を endo-GIA で行った初期の一例で断端からの leakage を経験したが、尿道カテーテルを術後3週間程度にわたって留置することで保存的に軽快した。瘻孔処理に関しては現在の筆者らの手技で leakage や術後晩期の断端の ballooning などは認めていない。

以上の結果により、現在のところ、腹腔鏡下

直腸肛門形成術の術後排便機能の評価では開腹手術とほぼ同様の結果となったが、腹腔鏡下手術症例でのフォローアップ期間が開腹手術症例に比べて短いこと、それにもかかわらず、低い年齢ですでに日常生活での排便コントロールが良好なことを考えると将来的には現在よりさらに良い排便機能を獲得できる可能性が高いと筆者らは考えている。

腹腔鏡下手術において術中出血量が開腹手術に比べて有意に少なかったことおよび術後合併

症において直腸粘膜脱が全く認められなかったことに関しては、腹腔鏡下手術の場合には直腸間膜の処理を腹膜翻転部から開始することができ、直腸間膜の剥離が最小限に抑えられることが効を奏していると考えている。

おわりに

小児外科領域での鏡視下手術の最前線について、筆者らの治療経験に基づいて美容上の利点や低侵襲性に加え、術後の機能温存の観点からみて今回は鼠径ヘルニア修復術と直腸肛門形成術について述べた。もちろん最初に述べたように、これら以外にも多くの鏡視下手術対象疾患

があり、さらにそれぞれの手技において年齢、体格などの違いに留意して臨機応変に対応しなければならぬことが小児外科における鏡視下手術の特徴である。今後もさらに適応を広げていくことになることが予想されるが、鏡視下手術器具を用いているからと言って本当にその手技が総合的に見て低侵襲であるかを常に考えること、あるいは術後の長期的成績を正しく評価し、患児が持っている機能を温存することに鏡視下手術が本当に有用であるかを真摯に考え、それらを検証していくことが最も重要であると考える。

文

- 1) Kawahara H, Okuyama H, Mitani Y, Nomura M, Nose K, Yoneda A, Hasegawa T, Kubota A, Fukuzawa M. Influence of thoracoscopic esophageal atresia repair on esophageal motor function and gastroesophageal reflux. *J Pediatr Surg* 2009; 44: 2282-2286.
- 2) Wong KK, Chung PH, Chan KL, Fan ST, Tam PK. Should open Kasai portoenterostomy be performed for biliary atresia in the era of laparoscopy? *Pediatr Surg Int* 2008; 24: 931-933.
- 3) Matsuda T. Diagnosis and treatment of post-herniorrhaphy vas deferens obstruction. *Int J Urol* 2000; 7: 35-38.
- 4) Cam C, Celik C, Sancak A, Iskender C, Karateke A. Inguinal herniorrhaphy in childhood may result in tubal damage and future infertility. *Arch Gynecol Obstet* 2009; 279: 175-176.
- 5) Treef W, Schier F. Characteristics of laparoscopic

献

- inguinal hernia recurrences. *Pediatr Surg Int* 2009; 25: 149-152.
- 6) Marte A, Sabatino MD, Borrelli M, Parmeggiani P. Decreased recurrence rate in the laparoscopic herniorrhaphy in children: comparison between two techniques. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 2009; 19: 259-262.
- 7) Takehara H, Yakabe S, Kameoka K. Laparoscopic percutaneous extraperitoneal closure for inguinal hernia in children: clinical outcome of 972 repairs done in 3 pediatric surgical institutions. *J Pediatr Surg* 2006; 41: 1999-2003.
- 8) Kimura O, Iwai N, Sasaki Y, Tsuda T, Deguchi E, Ono S, Furukawa T. Laparoscopic versus open abdominoperineal rectoplasty for infants with high-type anorectal malformation. *J Pediatr Surg* 2010; 45: 2390-2393.

著者プロフィール



木村 修 Osamu Kimura

所属・職：京都府立医科大学大学院医学研究科小児外科学・准教授

略 歴：1990年3月 京都府立医科大学医学部 卒業

1990年5月 京都府立医科大学小児外科

1992年4月 宇治徳洲会病院外科

1993年5月 京都第一赤十字病院外科

1999年3月 京都府立医科大学大学院修了

1999年4月 京都府立医科大学附属小児疾患研究施設外科第一部門・助手

2000年4月 京都府立医科大学附属小児疾患研究施設外科第一部門・学内
講師

2006年4月 京都府立医科大学大学院医学研究科小児外科学・講師

2008年10月～現職

専門分野：小児外科学，小児内視鏡外科，小腸機能不全

主な著書：1. Higuchi K, Kimura O, Furukawa T, Kinoshita H, Iwai N. Bombesin can rescue the enteric ganglia from FK506 neurotoxicity on small bowel transplantation. *J Pediatr Surg* 2006; 41: 1957-1961.

2. Kimura O, Ono S, Furukawa T, Higuchi K, Deguchi E, Iwai N. Management strategies for infants with total intestinal aganglionosis. *J Pediatr Surg* 2009; 44: 1564-1567.

3. Kimura O, Iwai N, Sasaki Y, Tsuda T, Deguchi E, Ono S, Furukawa T. Laparoscopic versus open abdominoperineal rectoplasty for infants with high type of anorectal malformation. *J Pediatr Surg* 2010; 45: 2390-2393.