

第 80 回東京女子医科大学学会総会  
シンポジウム「東京女子医大 小児医療の最前線！— “なおらない” から “なおる！” へ—」  
Part 2

(4) 新生児・乳児領域における小児外科医療の最前線  
—内視鏡手術を中心に—

東京女子医科大学小児外科

セガワ オサム  
世川 修

(受理 平成 27 年 11 月 17 日)

The 80th Annual Meeting of the Society of Tokyo Women's Medical University  
Symposium “The Frontier Pediatric Practice at Tokyo Women's Medical University”

Part 2

(4) The Forefront of Pediatric Surgery in the Field of Neonates and Infants:  
Endoscopic Surgery and Sutureless Abdominal Wall Closure as Minimally Invasive Therapy

Osamu SEGAWA

Department of Pediatric Surgery, Tokyo Women's Medical University

Recently, minimally invasive pediatric surgery such as endoscopic surgery and sutureless abdominal wall closure for gastroschisis has been developed even for neonates and infants.

The use of endoscopic surgery in neonates and infants has become more extensive with the development of instruments for younger children, advances in pediatric anesthesia, and overall improvement in the safety of techniques, since the first case of neonatal laparoscopic surgery (aspiration and detorsion for neonatal ovarian cyst) was reported in Japan in 1992. Although the surgical skills for suture and ligation in the very narrow intra-corporeal space are extremely difficult to master, the operation itself, especially in neonates and infants, is considered much safer and more efficient because of the efficacy of magnified view and confirmation of safety by all members in the operating room. However, the establishment of a training system to learn and master safer endoscopic surgical skills is essential for the further development of endoscopic surgery in neonates and infants, as the number of neonates and infants undergoing endoscopic surgery in the pediatric population is very low.

The sutureless abdominal wall closure method for gastroschisis was developed as a minimally invasive therapy without use of surgical sutures and ligations. This two-stage technique is performed as follows. First, a wound retractor is used as a silo; then, the abdominal wall defect is covered with the umbilical cord.

Thus, although minimally invasive therapy will expand further in the future, minimally invasive therapy and safety are inextricably linked, especially in neonates and infants.

**Key Words:** pediatric surgery, endoscopic surgery, neonate and infant, gastroschisis, sutureless abdominal wall closure

## はじめに

新生児・乳児領域における小児外科医療は、人工呼吸器などの医療機器や手術技術、術前術後管理の進歩に伴い、救命率は著しく改善した。日本小児外科学会の調査 (Fig. 1) では、一部の疾患を除き、新生児外科各疾患ともにこの 40 年間の死亡率は減少の一途をたどり、総合的には 1973 年に 30% 近くであった死亡率は、2008 年には 7.5% まで減少している。

今回のシンポジウムのテーマである“なならない”から“なおる！”は、手術的治療を専門とする小児外科医にとっては“なならない”から“なおす！”であるが、既述したように新生児外科領域においてはほぼ目標を達する状態となっている。そして現在では、“より安全に、より低侵襲になおす！”ことが、小児外科医に課せられた使命となっている。このような新生児・乳児領域における最先端の小児外科医療を、内視鏡手術を中心に解説する。

### 1. 新生児・乳児領域における内視鏡手術

#### 1) 歴史

わが国における新生児に対する初の腹腔鏡手術の報告は、1992 年 12 月に筆者が施行した、出生前診断された新生児卵巣嚢胞に対する日齢 11 の腹腔鏡下嚢胞穿刺、捻転解除術であった<sup>1)</sup>。また、時期を同じくして森川らが肥厚性幽門狭窄症に対する腹腔鏡下幽門筋切開術の乳児例を報告した<sup>2)</sup>。これらの報告を皮切りに、小児外科固有の疾患に対する内視鏡手術の報告が散見されるようになったが、新生児・乳児疾患に対する報告例は決して多くはなかった。

その理由として、新生児や乳児領域は、対象臓器の大きさや組織の未熟性などから、他の年齢層の小児より診断や治療が非常に困難で、開腹手術や開胸手術においてもひとたび合併症が起きた場合には、重篤な状態になることが多いことが挙げられる。特に未熟児を含めた新生児外科は、小児外科医にとっても特別な領域と考えられており、高度な技術を要し、特殊な器具を使用する内視鏡手術は、気腹そのものを含めた安全性の面から、新生児・乳児領域ではあまり発展しないと考えられていた<sup>3)</sup>。

しかしその後、新生児・乳児領域でも安全に使用可能な細径鉗子の開発や小児麻酔の進歩とともに、適応疾患は徐々に拡大されるようになり、症例数が少なく技術的にも難度が高いものの、明るく拡大された視野と手術室にいる全員が共有できる環境は、むしろ安全面と教育面において有用であると考えら

**Table 1** Indications for thoracoscopy and thoracoscopic surgery in neonates and infants (Department of Pediatric Surgery, Tokyo Women's Medical University)

- 
- 縦隔疾患 (mediastinum)
    - 縦隔腫瘍 (mediastinal tumor)
    - 先天性食道閉鎖症 (congenital esophageal atresia)
    - 食道狭窄症 (esophageal stenosis)
  - 肺疾患 (lung)
    - 気胸 (pneumothorax)
    - 肺分画症 (pulmonary sequestration)
    - 先天性嚢胞状腺腫様奇形 (congenital cystic adenomatoid malformation)
  - 横隔膜疾患 (diaphragm)
    - 先天性横隔膜ヘルニア (congenital diaphragmatic hernia)
    - 横隔膜弛緩症 (eventration of the diaphragm)
  - 胸郭・胸腔疾患 (thorax, thoracic cavity)
    - 乳糜胸 (chylothorax)
    - 膿胸 (pyothorax)
    - 肋骨奇形 (rib anomaly)
- 

れるようになった。

#### 2) 適応疾患

東京女子医科大学小児外科における、新生児・乳児領域での胸腔鏡検査・手術の適応疾患を (Table 1) に、腹腔鏡検査・手術の適応疾患を (Table 2) に示す。すでに、鎖肛 (Fig. 2) やヒルシュスプルング病などの、小児外科を代表する疾患に対する内視鏡手術は標準術式となり、保険収載もされており、整容面のみでなく機能的にも優れていることが実証されている。それに加え、近年では新生児・乳児の狭い体腔内での縫合操作という、極めて高度な技術が必要とする、先天性食道閉鎖症 (Fig. 3) や胆道閉鎖症 (Fig. 4) に対する内視鏡手術の報告も増えている<sup>4)</sup>。実際、筆者の施設における最近 3 年間の新生児・乳児領域手術での内視鏡症例数は、18/106 (17%)、18/87 (21%)、19/74 (26%) と、少子高齢化に伴い母集団は減少しているものの、内視鏡症例数の割合は増加傾向である。これらの適応疾患拡大の背景には、小児麻酔の進歩<sup>5)</sup>も大きく関与しており、特に肺疾患、横隔膜疾患、縦隔疾患などに対する胸腔鏡手術における分離肺換気は、視野確保のために非常に有用である。筆者の施設では、麻酔科が体重 2,500 g 以上の患児を分離肺換気の適応としており、低出生体重児以外の新生児や乳児に対する胸腔鏡手術では、分離肺換気と人工気胸で良好な視野

**Table 2** Indications for laparoscopy and laparoscopic surgery in neonates and infants (Department of Pediatric Surgery, Tokyo Women's Medical University)

- 
- 消化管疾患 (alimentary tract)
    - 食道裂孔ヘルニア (sliding hernia)
    - 胃食道逆流症 (gastroesophageal reflux disease)
    - 肥厚性幽門狭窄症 (hypertrophic pyloric stenosis)
    - 胃軸捻転症 (gastric volvulus)
    - 先天性十二指腸閉鎖症 (congenital duodenal atresia)
    - 先天性十二指腸狭窄症 (congenital duodenal stenosis)
    - 腸回転異常症 (malrotation)
    - メッケル憩室 (Meckel's diverticulum)
    - 臍腸管遺残症 (remnant of omphalomesenteric duct)
    - 腸管重複症 (duplication of alimentary tract)
    - 腸重積症 (intussusception)
    - ヒルシュスプルング病 (Hirschsprung disease)
    - 鎖肛 (imperforate anus)
    - 内ヘルニア (internal hernia)
    - 癒着性腸閉塞 (adhesion ileus)
  - 肝胆脾疾患 (liver, biliary tract, pancreas, spleen)
    - 胆道閉鎖症 (biliary atresia)
    - 先天性胆道拡張症 (congenital dilatation of bile duct)
    - 脾良性腫瘍 (pancreatic benign tumor)
    - 遊走脾 (wandering spleen)
  - 泌尿生殖器疾患 (urogenital organs)
    - 副腎腫瘍 (adrenal tumor)
    - 腎盂尿管移行部狭窄症 (pyeloureteric junction stenosis)
    - 無機能腎 (non-functional kidney)
    - 腹腔内精巣 (intraabdominal testis)
    - 新生児卵巣嚢腫 (neonatal ovarian cyst)
    - 尿膜管遺残症 (urachal remnant)
    - 総排泄腔症 (cloacal malformation)
    - 性分化異常症 (hermaphroditism)
  - その他 (miscellaneous diseases)
    - 先天性横隔膜ヘルニア (congenital diaphragmatic hernia)
    - 外単径ヘルニア (external inguinal hernia)
    - 急性腹症 (acute abdomen)
    - 腹部鈍的外傷 (abdominal blunt trauma)
    - 乳糜腹水 (chylous ascites)
    - 腹腔内異物 (intraabdominal foreign body)
    - 腹腔内腫瘍 (intraabdominal tumor)
    - 腹腔内膿瘍 (intraabdominal abscess)
    - 腹膜透析カテーテル挿入疾患 (diseases requiring peritoneal dialysis catheter)
    - 腹腔内カテーテルトラブル (intraabdominal catheter complications)
- 

を得ることが可能である<sup>6)</sup>。

また、新生児や乳児では画像診断に限界があり、内視鏡検査の適応となる疾患も多く、特に新生児や乳児の小児泌尿生殖器疾患では腹腔鏡検査が非常に有用である<sup>7)</sup>。この主な理由としては、非常に狭い骨

盤腔内の画像診断が困難であること、他疾患の合併奇形としての泌尿生殖器奇形も多いこと、および肝臓や脾臓のような占拠性実質臓器がないために、視野が良好で比較的広い操作腔が確保できることがあげられる。

### 3) なぜ、新生児・乳児領域で有用なのか？

これまでの先天性食道閉鎖症や胆道閉鎖症の開胸・開腹による手術では、対象臓器が非常に小さく、術野が深く暗いために、術者は拡大鏡とヘッドライトを使用し、術者と第一助手のみしか術野を見ることができなかった。しかし内視鏡手術では、その拡大視効果により小さい臓器が拡大され、『大きく見える』、『明るく見える』、さらに『手術場にいる全員で見える』という大きな利点がある。この『手術場にいる全員』とは、小児外科医、麻酔科医、新生児科医や小児科医、看護師、そして医学生や看護学生までも含む。そのために、非常に高度な技術を必要とする難度の高い内視鏡手術であっても、拡大視効果に加え大勢の目で確認できるという観点からも、手術そのものの安全性が逆に高まると考えられ、特に新生児・乳児領域では整容面以上の最大の長所となっている。

また、動画が記録として残るため、小児外科医が症例数の少ない新生児・乳児期疾患に対する手術の予習・復習をすることが可能であるのみでなく、病棟看護師への手術内容の周知や勉強会、そして手術のインフォームドコンセントにも活用できる。実際に、筆者は内視鏡手術の術前インフォームドコンセントの際に、図を用いた説明の後に、編集した動画を供覧しているが、両親からは理解が深まると非常に好評である。

### 4) トレーニングの困難性

新生児や乳児では、拡大視効果で対象臓器が大きく見えても、操作空間が狭く隣接する臓器や組織との距離が著しく近いため、エネルギーデバイス使用時の側方熱損傷も含めた隣接臓器損傷の可能性が高く、安定した視野で安全かつ確実な手技を行うことは技術的に非常に難しい。特に、新生児・幼弱乳児領域における体腔内での縫合操作は、かなりの熟練した手技が要求される。

これらの技術を習得するためには、ドライボックスでの練習のみでは不十分であり、数多くの臨床例での経験が必要不可欠となる。しかし、小児外科領域では小児内視鏡手術の適応疾患は多岐に渡るが、それぞれの症例数は成人領域に比して著しく少ない

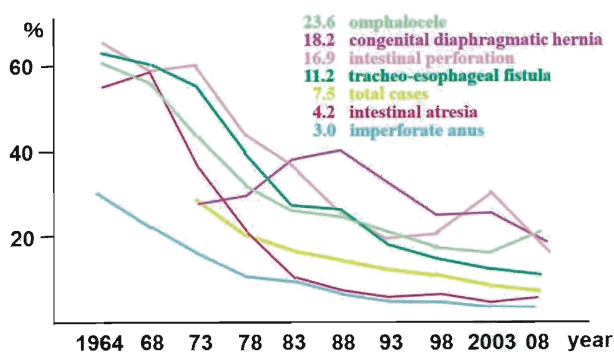


Fig. 1

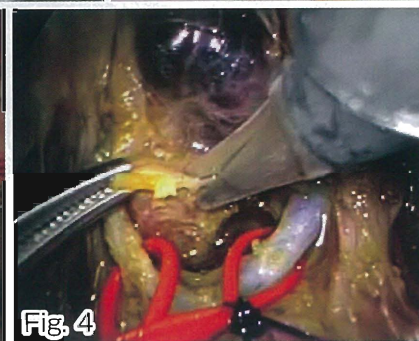
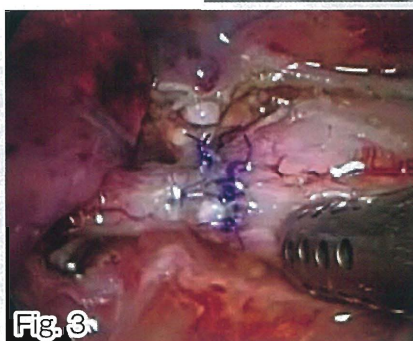


Fig. 1 Mortality rate of neonatal surgical diseases

(Modified quotation from website of Japanese Society of Pediatric Surgeons)

Fig. 2 Operative field of laparoscopic surgery for imperforate anus

Fig. 3 Thoracoscopic surgery for tracheoesophageal fistula

The instrument used for aspiration and ligation is 3 mm in diameter.

Fig. 4 Laparoscopic surgery for biliary atresia

The scissors forceps is 5 mm in diameter.

Fig. 5 Gastroschisis

a: MRI of the fetus, b: appearance at birth.

ため、小児内視鏡手術のトレーニングシステムに関しては、導入直後より大きな問題として取り上げられてきた<sup>9)</sup>。また、現在の少子高齢化の時代背景が、それに追い打ちをかける状況となっている。特に、新生児疾患は先天性疾患がほとんどであるため症例数が少なく、周産期医療体制が充実している施設に集約される傾向があるため、臨床の場で安定した経験を積むことは不可能に近い。そのため、2009年より開始された日本内視鏡外科学会の技術認定制度(小児外科領域)<sup>9)</sup>においても、応募条件として3歳未満の小児例の執刀経験は必須としているが、新生児や乳児例の執刀は必須条件とはしていない。

このような状況下であるため、新生児や幼弱乳児に対する内視鏡手術は、現状では小児内視鏡手術および小児麻酔の進歩している限られた施設でのみ施行可能となっている。筆者は現在、日本内視鏡外科学会の技術認定制度(小児外科領域)において技術

審査委員長を務めているが、新生児や乳児に対するトレーニングシステムの構築には難題が山積している。しかし、次世代の小児内視鏡外科を担う若手を育成するためにも、症例が集約された実施施設の密接な連携による経験共有や研修システムの構築、体重の小さな動物を使用したアニマルラボの開催等、新生児や乳児に対する内視鏡手術のトレーニングシステム構築が急務であると考えている。

## 2. 腹壁破裂に対する新しい治療法(sutureless法<sup>10)11)</sup>)

### 1) 病態

腹壁破裂(gastroschisis)は、臍帯ヘルニア(omphalocele)とともに新生児腹壁異常の代表的疾患であり、出生前診断(Fig. 5a)される例が多く、母親が若年であるという特色をもつ。通常、臍帯に接した臍帯右側の腹壁に欠損部があり、消化管(主に小腸、大腸)が脱出している(Fig. 5b)。臍帯が正常





Fig. 6 Sutureless abdominal wall closure for gastroschisis

に存在すること、脱出臓器が消化管のみであること、合併奇形が少ないことが、臍帯ヘルニアとの大きな違いであり、特に重症心奇形や染色体異常の合併が少ないことが、臍帯ヘルニアに比して予後が良好な理由となっている。

## 2) 治療法

腹壁破裂は、臍帯ヘルニアと異なり脱出臓器が消化管のみであるため、かつては脱出臓器を腹腔内に還納し、同時に腹壁を閉鎖する一期的腹壁閉鎖術が行われることが多かった。しかしこの場合、脱出している消化管の浮腫が強いために、腹壁を閉鎖した際に腹腔内圧が高度に上昇し、腹壁の緊張もかなり

強くなる。そのため、術後の横隔膜挙上による気道内圧上昇や呼吸障害、そして腹腔内圧上昇による静脈還流障害が起きやすく、生命予後に関わる合併奇形が非常に少ないにも関わらず、人工呼吸管理を行っても呼吸循環障害で死亡する例があることが大きな問題であった。

この問題を回避するために、まずサイロ形成法が考案された。サイロ形成法は、出生直後に滅菌された手術用創縁保護器具を用いてサイロを形成し、その中に消化管を収納することで、脱出消化管の感染防止と不感蒸泄の軽減、保温に有用であるのみでなく、脱出消化管の牽引による臓器血流障害も防ぐこ

とができる。このサイロを上方に吊るし上げておくことで、約1週間で重力により消化管が余裕をもって腹腔内に還納される (Fig. 6a~d)。

この状態で全身麻酔下に手術を行い、白線を含めた腹壁閉鎖術および臍形成術を行う場合もあるが、近年ではこの状態から臍帯を消化管の上に被せるように置き、腹壁欠損部全体を臍帯で覆い密封する sutureless 法 (Fig. 6e~h) が、多くの施設で行われているようになってきている。臍帯は、約1週間で痂皮化し上皮化する (Fig. 6i~l)。将来的に白線を縫合閉鎖し、同時に臍形成を行う必要性が生じる症例もあるが、むしろ必要としない症例の方が多く、必要とする場合も手術の時期は幼児期後半で十分であり、乳児期や幼児期前半での全身麻酔下手術は不要となる。このように、サイロ形成および臍帯を使用した sutureless 法の開発により、一度も縫合手術を必要とすることなく NICU を退院することが可能な状況となっている。筆者の施設では、腹壁破裂のみでなく、小さな臍帯ヘルニア (hernia into the umbilical cord) に対しても同法を応用し、良好な結果を得ている。

#### おわりに

現在、筆者の施設で施行している新生児・乳児領域における低侵襲治療として、内視鏡手術と腹壁破裂に対する sutureless 法に関して述べた。

言うまでもなく、低侵襲治療は高い安全性の上に成り立ち、高い安全性に裏打ちされた治療法でなくてはならず、低侵襲性を追求することが一人歩きすることは、厳に慎まなくてはならない。特に新生児・乳児領域での術中術後合併症は、その子どもの一生を左右すると言っても過言ではない。

新生児・乳児領域における内視鏡手術に関しては、これまでの開胸・開腹手術に比して、より低侵襲でより安全な治療法と普遍的に認識されるためには、トレーニングシステムの構築が必要不可欠であ

ろう。そして、子どもの輝ける未来のために、たとえそれがわれわれ小児外科医の専門とする手術そのものを回避する方法であったとしても、新生児・乳児の外科的疾患に対して、より安全かつより低侵襲な治療法を考案することが、小児外科医に課せられた使命であると考え。

開示すべき利益相反状態はない。

#### 文 献

- 1) 世川 修, 徳丸忠昭, 宮野 武ほか: 新生児卵巣嚢腫に対する腹腔鏡下嚢腫穿刺, 茎捻転解除術の経験. 日外連会学術抄録 18: 158, 1993
- 2) 森川康英, 田村哲郎, 勝俣慶三: 腹腔鏡下幽門筋切開術. 日小外会誌 29: 541, 1993
- 3) 宮野 武, 世川 修: 小児外科における内視鏡下手術の展望. 日内視鏡外会誌 5: 52-56, 2000
- 4) Okuyama H, Iwanaka T, Urushihara N et al: Current practice and outcomes of thoracoscopic esophageal atresia and tracheoesophageal fistula repair: a multi-institutional analysis in Japan. J Laparoendosc Adv Surg Tech A 25: 441-444, 2015
- 5) 上園晶一: 新生児内視鏡下検査・治療に対する麻酔科の諸問題. 日周産期・新生児誌 43: 283, 2007
- 6) 世川 修: 新生児・乳幼児における胸腔鏡下食道閉鎖症手術と肺切除術. 日周産期・新生児誌 51: 13-15, 2015
- 7) 世川 修, 吉田竜二, 川島章子ほか: 小児泌尿生殖器疾患に対する腹腔鏡手術における術中・術後合併症とその対策. 小児外科 40: 478-483, 2008
- 8) 世川 修: 小児外科領域における治療の進歩 小児内視鏡 (腹腔鏡・胸腔鏡) 手術. 東女医大誌 81: 356-362, 2011
- 9) Iwanaka T, Morikawa Y, Yamataka A et al: Skill Qualifications in Pediatric Minimally Invasive Surgery. Pediatr Surg Int 27: 727-731, 2011
- 10) Sandler A, Lawrence J, Meehan J et al: A "Plastic" sutureless abdominal wall closure in gastroschisis. J Pediatr Surg 39: 738-741, 2004
- 11) 高見澤滋, 西島栄治, 楯川幸弘ほか: テガダームを用いた腹壁閉鎖法 (sutureless gastroschisis closure) を行った腹壁破裂の1例. 日小外会誌 42: 502-505, 2006