

消化器内視鏡

ENDOSCOPIA DIGESTIVA

2017 February

2

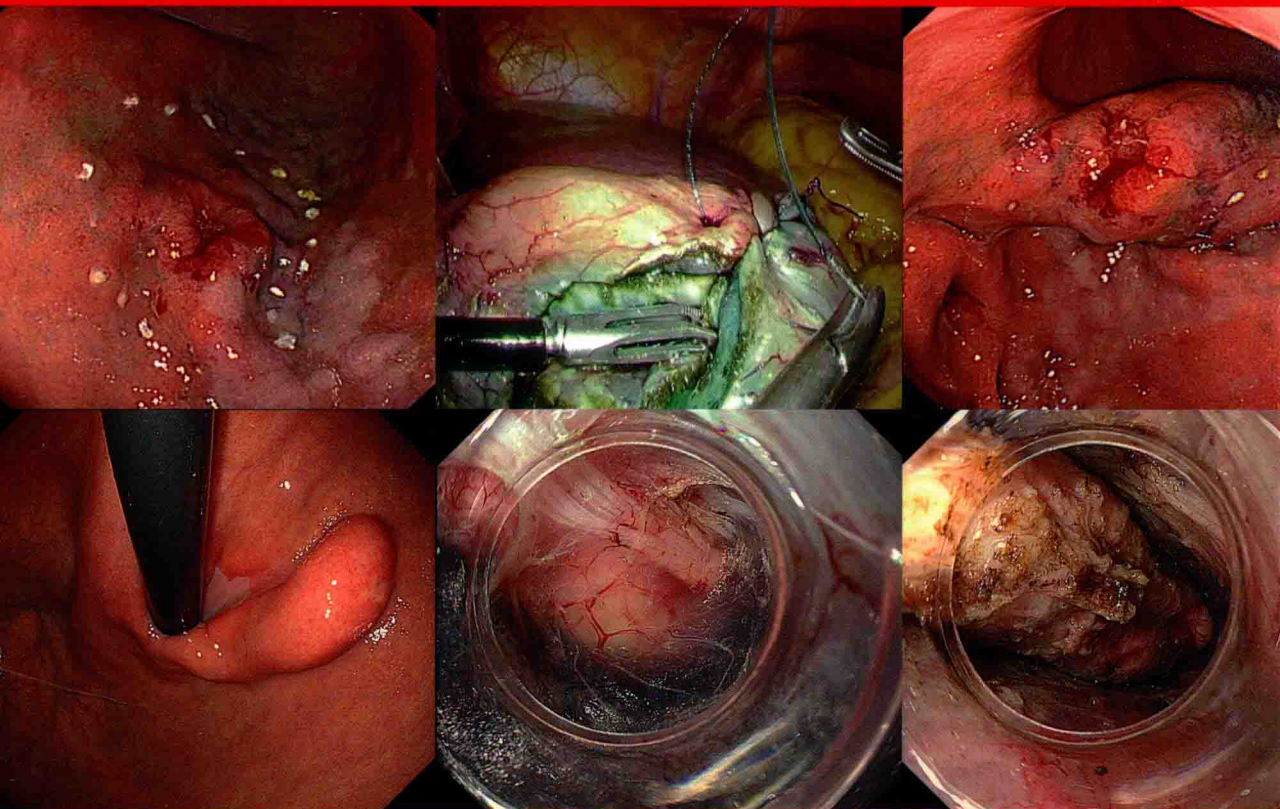
Vol.29 No.2

粘膜, 粘膜下層, さらに筋層の時代へ

Minimally Invasive Treatment の新たな潮流

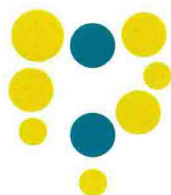
From the Mucosa and Submucosa toward the Muscularis
—A New Current of Minimally Invasive Treatment

ESD の登場により内視鏡治療は切開と剥離という新しいテクニックが加わり、粘膜下層や筋層への直接的なアプローチが可能となった。さらに実臨床には至らなかったものの NOTES の研究が盛んに行われ、トンネリングのコンセプトや縫縮のための新たな機器が開発されたことにより、それまで禁忌とされてきた消化管の穿孔すら容認されるようになってきた。本特集号では、消化管腫瘍の切除から機能性疾患の診断や治療に至るまで、Minimally Invasive Treatment の新たな潮流をオーバービューしてみた。





新発売



潰瘍性大腸炎治療剤 処方箋医薬品^(注)

薬価基準収載

リアルダ[®]錠1200mg
LIALDA[®] Tab. 1200mg メサラジン・フィルムコーティング錠

注) 注意—医師等の処方箋により使用すること

※「効能・効果」、「用法・用量」、「禁忌を含む使用上の注意」等の詳細は、添付文書をご参照ください。



製造販売元〈資料請求先〉

持田製薬株式会社

東京都新宿区四谷1丁目7番地
 ☎ 0120-189-522 (くすり相談窓口)



2016年12月作



プロトンポンプ・インヒビター エソメプラゾールマグネシウム水和物カプセル

ネキシウム[®]カプセル 10mg 20mg

薬価基準収載

処方箋医薬品^(注)

^(注) 注意一医師等の処方箋により使用すること

効能・効果、用法・用量、効能・効果に関連する使用上の注意、
禁忌を含む使用上の注意等については添付文書をご参照ください。



販売元(資料請求先)
第一三共株式会社
東京都中央区日本橋本町3-5-1

製造販売元(資料請求先)
アストラゼネカ株式会社
大阪市北区大深町3番1号
0120-189-115
(問い合わせはフリーダイヤル/メディカルインフォメーションセンター)

消化管内視鏡消毒装置〈強酸性電解水〉

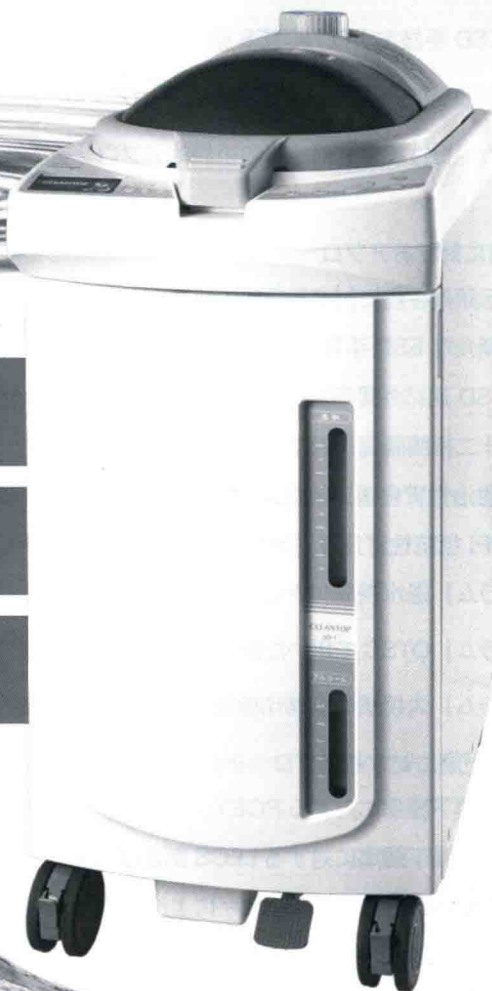
CLEANTOP

KD-1

全工程15分で完了
(アルカリ洗浄～消毒～水洗)

結核菌、ウイルスを始め
広範囲の微生物に有効

有効塩素濃度を含む3物性の
モニター機能搭載



販売名:クリーントップ KD-1
承認番号:22700BZX00388000

(製造販売元)

KAIGEN カイゲンファーマ株式会社

大阪市中央区道修町二丁目5番14号(資料請求先 商品企画部)

<http://www.kaigen-pharma.co.jp>

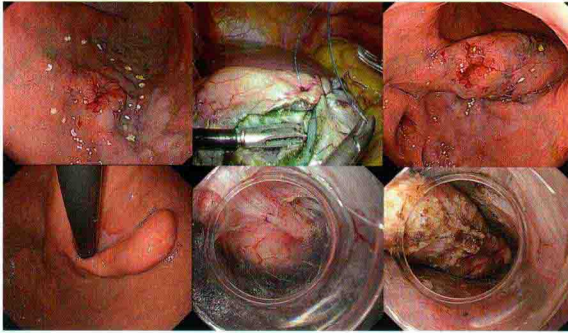
特集

粘膜，粘膜下層，さらに筋層の時代へ Minimally Invasive Treatmentの新たな潮流

● 序説	赤松泰次	182
総論		
● ESD 手技および NOTES 研究は内視鏡診療に何をもたらしたか	中島清一	184
● ESD 適応外病変に対する内視鏡的アプローチ	後藤 修 ほか	192
● 食道良性疾患に対する内視鏡的アプローチの新展開	井上晴洋	200
各論		
〔粘膜に対するアプローチ〕		
● 咽頭表在癌に対する経口的手術—ELPS を中心に	加納孝一 ほか	207
● 新たな ESD 手技：Pocket-creation method (PCM)	林 芳和 ほか	216
● ESD 適応外胃病変に対する低侵襲治療の可能性	島田理子 ほか	225
● 十二指腸腫瘍に対する内視鏡治療	落合康利 ほか	232
● 難治性胃食道逆流症に対する内視鏡的噴門形成術 (ARMS)	井上晴洋 ほか	239
● PPI 抵抗性胃食道逆流症に対する ESD を応用した新たな内視鏡治療	太田和寛 ほか	244
〔コラム〕 送水機能付きの新たな処置具	小山恒男	251
〔コラム〕 OTSC を用いた新たな消化管全層切除	樺 俊介 ほか	254
〔コラム〕 内視鏡的全層切除術 (EFTR) と内視鏡的縫縮術の可能性	森 宏仁 ほか	257
〔粘膜下層に対するアプローチ〕		
● 粘膜下腫瘍に対する POET	塩飽洋生 ほか	261
● 胃粘膜下腫瘍に対する LECS 関連手技	新美恵子 ほか	267
● Submucosal endoscopy による筋層生検—経口内視鏡的食道筋層生検術 (POEM-b) による 新しい知見	佐藤裕樹 ほか	273
〔コラム〕 共焦点内視鏡による消化管深層観察	小野真吾 ほか	278
〔筋層に対するアプローチ〕		
● 食道アカラシアに対する内視鏡治療：POEM	南ひとみ ほか	281
● 胃不全麻痺および幽門痙攣に対する内視鏡治療：per-oral endoscopic pyloromyotomy (POP)	栗林泰隆 ほか	288

- 次号予告・バックナンバー... 294
- 投稿規定... 295
- 編集後記... 296

今月の表紙



a	b	c
d	e	f

- a, b, c 島田理子 228 頁
- d, e, f 塩飽洋生 263 頁

□ 関連学会・研究会開催案内

- 第 11 回 広島消化管内視鏡ライブセミナー 190
- 第 2 回 東京国際内視鏡ライブ (Tokyo Live 2017) 231
- 第 10 回 北里 EUS トレーニングコース 243
- 第 71 回 日本食道学会学術集会 253

□ AD INDEX

- 持田製薬(株) リアルダ錠 表紙 2
- アストラゼネカ(株) ネキシウムカプセル 表紙 3
- オリンパス(株) EVIS LUCERA ELITE ビデオスコープ 表紙 4
- カイゲンファーマ(株) クリーントップ KD-1 177
- 富士フイルムメディカル(株) LASEREO 191

ENDOSCOPIA DIGESTIVA

Volume 29, Number 2, February 2017

CONTENTS

Special Issue

From the Mucosa and Submucosa toward the Muscularis —A New Current of Minimally Invasive Treatment—

Introductory remarks	<i>Taiji Akamatsu</i>	182
What we have learned from ESD and NOTES research: Their true impact on current endoscopic intervention	<i>Kiyokazu Nakajima</i>	184
Endoscopic approach to the lesions beyond indication for endoscopic submucosal dissection	<i>Osamu Goto et al.</i>	192
Further advancement of therapeutic endoscopy since the development of endoscopic submucosal dissection (ESD)	<i>Haruhiro Inoue</i>	200
Transoral surgery using a gastrointestinal endoscope for superficial pharyngeal cancer	<i>Koichi Kano et al.</i>	207
New ESD strategy: Pocket-creation method	<i>Yoshikazu Hayashi and Hironori Yamamoto</i>	216
Future prospects for minimally invasive treatment for early gastric cancer patients who are no candidates for endoscopic submucosal dissection	<i>Ayako Shimada et al.</i>	225
Endoscopic treatment of superficial non-ampullary duodenal tumors	<i>Yasutoshi Ochiai et al.</i>	232
Novel endoscopic treatment for refractory GERD: Antireflux mucosectomy (ARMS)	<i>Haruhiro Inoue et al.</i>	239
A novel endoscopic operative procedure for proton pump inhibitor-refractory gastroesophageal reflux disease: Endoscopic submucosal dissection for GERD (ESD-G)	<i>Kazuhiko Ota et al.</i>	244
《Column》ESD using new endo-knives with water jet function	<i>Tsuneo Oyama</i>	251
《Column》New method for endoscopic full-thickness resection using OTSC	<i>Shunsuke Kamba et al.</i>	254
《Column》Feasibility of endoscopic full thickness resection and endoscopic suturing	<i>Horohito Mori et al.</i>	257
Per-oral endoscopic tumor resection (POET) for submucosal tumors	<i>Hironari Shiwaku et al.</i>	261
Laparoscopic and endoscopic cooperative surgery for gastric submucosal tumors	<i>Keiko Niimi et al.</i>	267
Per-oral esophageal muscle biopsy (POEM-b) for esophageal motility disorders	<i>Hiroki Sato et al.</i>	273
《Column》Observation of deep layers of the gut wall using confocal laser endomicroscopy	<i>Shingo Ono and Kazuki Sumiyama</i>	278
A novel treatment option for esophageal achalasia: Per-oral endoscopic myotomy	<i>Hitomi Minami et al.</i>	281
A new endoscopic treatment for gastroparesis: Per-oral endoscopic pyloromyotomy	<i>Yasutaka Kuribayashi and Mitsuru Kaise</i>	288

消化器内視鏡

ENDOSCOPIA DIGESTIVA

粘膜，粘膜下層， さらに筋層の時代へ

Minimally Invasive Treatment の新たな潮流

From the Mucosa and Submucosa toward the Muscularis
—A New Current of Minimally Invasive Treatment



2017 Vol.29 No.2

序 説

地方独立行政法人長野県立病院機構長野県立須坂病院内視鏡センター 赤松 泰次

消化管における内視鏡治療はポリペクトミーや止血術に始まり、現在では様々な種類の治療手技が実践されている。当初は粘膜病変が治療の主な対象であったが、その後、粘膜下層や固有筋層の病変に対しても内視鏡治療が行われるようになった。さらに、対象となる疾患が腫瘍性病変だけでなく機能性疾患にも拡大され、消化器内視鏡の発展はとどまることを知らない。

1. 粘膜の時代

消化管における内視鏡治療は、1968年に常岡らによって行われたワイヤによる機械的な内視鏡的ポリペクトミー(endoscopic polypectomy : EP)に始まり、同年、丹羽らが出血対策として、この手技に高周波電流を導入したことによって一般に広く普及した。当初、上部消化管におけるEPの適応は主に過形成性ポリープであり、腫瘍が疑われる病変は禁忌とされていた。一方、大腸内視鏡の普及とともに大腸ポリープに対する内視鏡的ポリペクトミーが盛んに行われるようになった。大腸ポリープの多くは腺腫で、癌組織が併存している病変(腺腫内癌)が少なくないが、①大腸ポリープは有茎性あるいは亜有茎性病変が多く、スネアで切除しやすい形状をしていること、②大腸では癌が粘膜内にとどまっていれば転移がないというコンセンサスが古くから得られていたことから、大腸では腫瘍性病変に対するEPが積極的に行われていた。

胃の腫瘍性病変に対して積極的に内視鏡治療が始まったのは、1983年の平尾らによるERHSE(endoscopic resection with local injection of hypertonic saline-epinephrine solution)法、1984年の多田らによるstrip biopsy法(2チャンネル法)の開発によって、病変の形状にかかわらず切除が可能になったり、ある程度safety marginを含めて切除できるようになってからである。また胃癌は大腸癌と異なり、粘膜内癌であっても転移する可能性があるため、当時、内視鏡医と外科医の間でその適応について激しい論争があった。その後、過去の手術例の成績に基づいて、転移がない胃癌の条件は「病変内に潰瘍形成のない2 cm以下の分化型の粘膜内癌」というコンセンサスが得られた。現在の胃癌治療ガイドラインでも、この条件に当てはまる胃癌が内視鏡治療の絶対的適応とされている。

1990年代になって透明先端キャップを用いたEMRC(endoscopic mucosal resection using cap-fitted panendoscope)法、食道静脈瘤結紮術用に開発されたligation deviceを応用したEMRL(endoscopic mucosal resection using ligating device)法、4点固定法など様々な手技が開発され、これらの手技をまとめて内視鏡的粘膜切除術

(endoscopic mucosal resection : EMR)と呼ぶようになった。さらに、これらの手技は大腸や食道の腫瘍性病変の内視鏡治療にも応用されるようになり、1990年代はまさにEMRの時代であった。また、EMRは治療だけでなく、通常の鉗子生検では診断が困難な病変の診断にも応用された。

しかしEMRは、基本的にスネアを用いたEPの延長線上にある手技であり、1回に切除できる標本の大きさに限界があることから、大きな病変や線維化を伴う病変は分割切除にならざるを得ないという問題があった。そのため、早期胃癌に対する内視鏡治療の適応拡大について議論されたが、分割切除では切除標本の病理組織学的検索が不十分になるという理由で、その後、新しい進展がみられなかった。これに対して大上らは、大きな病変でも低侵襲で一括切除が可能な腹腔鏡下胃内粘膜切除術を開発した。

2. 粘膜下層の時代

1998年に細川らはITナイフを考案し、小野らはそのITナイフを用いて、現在、広く普及している内視鏡的粘膜下層剝離術(endoscopic submucosal resection : ESD)を開発した。ESDはまさに腹腔鏡下胃内粘膜切除術を経口内視鏡で行う手技であり、これによって大きな病変であっても一括切除することが可能になった。また後藤田らは、早期胃癌5,265例の臨床病理学的検討より、リンパ節転移の可能性がきわめて低い病変の条件を報告し、早期胃癌に対する内視鏡治療の適応拡大が本格的に議論され、現在に至っている。スネアを用いずに周辺切開と粘膜下層を直接剝離するというESDの手技は、高度な技術と時間のかかる治療法であり、当初、出血や穿孔といった偶発症が問題となった。しかしその後、ESDのための様々なデバイスが考案されたり、各地でESD普及のための実技セミナーが行われるなどの努力により、現在ESDは早期胃癌だけでなく、表在型食道癌や大きな表面型大腸腫瘍に対する内視鏡治療の標準的手技として定着している。

さらにESDの手技で培った、粘膜下層にスコープを直接潜り込ませる技術の応用として、粘膜下腫瘍に対する診断や治療のほか、腹腔鏡とのコラボレーションで正確かつ低侵襲に胃や十二指腸の病変を切除するLECS(laparoscopy and endoscopy cooperative surgery)などの手技が開発されている。

3. 筋層の時代

前述したように、粘膜下層にスコープを潜り込ませる技術の応用として、固有筋層を切開することによって食道アカラシアの治療を行うPOEM(per-oral endoscopic myotomy)や胃の機能性疾患に対するgastromyotomyが行われるようになった。さらに現在では、OTSC(over-the-scope clip)を用いた穿孔部位閉鎖術を行うことを前提として、消化管病変の全層切除術や、胃壁を通してスコープを腹腔内に挿入し胆嚢切除や虫垂切除を行うNOTES(natural orifice transluminal endoscopic surgery)が行われている。

消化器内視鏡治療は時代とともに、対象となる病変部位が粘膜、粘膜下層、筋層、さらに腹腔へと拡大してきている。新しい手技やデバイスの開発は新たな「ブレイクスルー」を生み出すが、技術が高度になればなるほど偶発症の頻度や重篤度が高くなる。新しい手技の導入や習得には慎重な態度で臨むことが大切である。

ESD 手技およびNOTES研究は 内視鏡診療に何をもたらしたか

中 島 清 一

要旨 内視鏡的粘膜下層剥離術(ESD)は、精緻な切開や剥離という軟性内視鏡の新たな可能性を示す偉大な技術革新であった。一方NOTES(natural orifice transluminal endoscopic surgery)は、軟性内視鏡と腹腔鏡の間のギャップ、双方の技術的課題を内科医と外科医それぞれが改めて認識し、そのギャップの解消による次世代内視鏡治療のあり方を考える機会を提供した。将来の内視鏡治療においては消化管の内・外概念は事実上失われ、管腔、腹腔を自在に行き来しながら、最適なアプローチで、かつ低侵襲な消化器疾患の治療が可能になると考えられる。必要なデバイス類の研究開発は緒についたばかりであるが、その一部は現行治療へと積極的にスピンのオフされつつある。

key words：消化器内視鏡，腹腔鏡，医療機器

はじめに

消化器内視鏡治療は、内視鏡的粘膜下層剥離術(endoscopic submucosal dissection：ESD)手技の普及と発展、さらにはNOTES(natural orifice transluminal endoscopic surgery)研究を通じて大きな発展を遂げてきた。

ESDは内視鏡治療における精緻な切開・剥離手技を技術的に可能にただけでなく、その発展過程において、内視鏡医により高性能な医療機器の必要性や、「組織の適切な牽引」(traction もしくは tissue control)といった原則の重要性を認識させる機会を提供してきた。

一方NOTESは、ESDで培われた技術を駆使して、軟性内視鏡で「粘膜，粘膜下層から筋層へ」侵入し、「意図的に消化管壁を経由して腹腔内で手術を行う」

という、文字どおり「領域横断的」な手技であり^{1,2)}、その臨床導入への挑戦過程で多くの革新的な医療機器や技術の開発を促しただけでなく、内科・外科間の積極的な連携を強く推進した、という点でやはり大きなインパクトがあった³⁾と言えるだろう。

筆者らは、ESDおよびその進化形、あるいはNOTESを、軟性内視鏡と腹腔鏡が発展的に統合した「次世代内視鏡治療」の一形態と捉え、その実現を主として医療機器(デバイス)の面から推進すべく研究開発を行ってきた^{4,5)}。本稿では、「ESDやNOTESが内視鏡診療にもたらしたものを、筆者らのこれまでのデバイス開発に対する取り組みを振り返りつつ考察し、併せて「次世代内視鏡治療のあり方」についても私見を述べてみたい。

I. ESDが実現したこと、いまだ実現できていないこと

現在の消化器癌診療において、ESDが果たしている役割が極めて大きい⁶⁾ことは論を待たない。しかしながら、今日の普及に至るまでの過程には多くの

技術的な障壁と、それを乗り越える先人たちのためまぬ努力、創意工夫があったことを忘れてはならない。ESDは、軟性内視鏡の特徴でもある「目の前の小さな術野」を少しずつ周囲へ「展開(=剥離)」していく手技、と言える。小さな術野を創り出すべく、細かい切開を安全に行えるデバイスと、その精緻な操作法が開発された。また、その術野を安全に周囲へ展開すべく、局注下に先端アタッチメントを装着した内視鏡ごと粘膜下層へもぐりこむように剥離する技術が開発された⁶⁾。剥離操作を水平方向へ積極的に展開することで広範囲の病変を切除することが可能となったが、のちにこの技術は粘膜を切除せずに「フラップ」として利用するsubmucosal endoscopy with mucosal flap(SEMF)⁷⁾として、NOTESにおける消化管壁経由の際の基本手技と位置づけられることになった。

Inoueが開発した経口内視鏡的筋層切開術(peroral endoscopic myotomy: POEM)⁸⁾はSEMFの考え方をさらに進め、粘膜下層からさらに深層の食道内輪筋を切開していくもので、「小さな術野」を食道長軸方向へ広く「展開」するという、まさに軟性内視鏡の特性を活かした画期的な手技といえる。POEMをNOTES関連手技と位置づける考え方もあるが、消化管壁内での切開・剥離や止血といったESD関連の技術を基礎としていることから、筆者は近年、third space endoscopyとも称される、ESDの究極の発展型の一つと捉えている。

前述のように、ESDはその発展の過程で多くの新しいデバイス類や治療法を生み出してきたが、いまだ「実現できていないこと」も少なくない。そもそも軟性内視鏡は消化管内腔を観察する診断機器として開発されたものであって、ESDのように切開や剥離操作を行うには制約が多すぎると言える^{3,4)}。電子内視鏡の時代となって、内視鏡画像は外科手術と同じようにチーム全体でリアルタイムに共有されるようになったが、いまだに内視鏡医はエネルギーデバイスを操作して病変を切除するという術者としての主要なタスク以外に、スコープ先端の調整、送気、洗浄・吸引、あるいはtissue controlなどを自らがすべて行わねばならない⁴⁾。オール・イン・ワン・タ

イプの軟性内視鏡の世界では、外科手術でいうところの「助手」のタスクは限定的とならざるを得ないのである。また、オール・イン・ワンであることから、デバイス類を挿入するチャンネルは常に視軸と平行となり、結果としてデバイスの動きはin line motionとなる。つまりESDでは、切開や剥離を安全かつ効率的に行うための基本であるtissue triangulationが実現できていないのである。これが、後述するNOTESの臨床導入における技術的な面での最大の障壁になったと筆者は考えている³⁾。

II. NOTESが実現したこと、いまだ実現できていないこと

NOTESの基本コンセプトが提唱されて10年以上経過した現在、軟性内視鏡のみを用いるオリジナルのNOTES(pure NOTESとも称された)の臨床導入は成功したとはいえず、関連デバイスの開発や新規術式の研究も概して低調といわざるを得ない³⁾だろう。NOTESは事実上、終焉しており、もはや歴史的な意義しか残っていないという意見も聞かれる。では、NOTESはなにも「実現しなかった」のだろうか。

NOTESは軟性内視鏡(内科系)を用いて腹腔内の治療(外科系)を行うという、「境界領域」のアプローチである。そのため、その安全な臨床導入に際しては、当初から内科と外科の緊密な連携が必須とされた^{1,2)}。NOTESに挑戦する過程で内視鏡室と手術室の距離はかつてないほどに縮まり、内科医が腹腔鏡を、外科医が軟性内視鏡を改めてじっくり観察し、それぞれの長所をどう活かすべきか、短所をどう補いあえばよいのかディスカッションを重ねることができたのである³⁾。この過程で、単孔式内視鏡手術、needlescopic surgery、腹腔鏡・内視鏡合同手術(laparoscopy and endoscopy cooperative surgery: LECS)などが発見あるいは再発見され、内科と外科の相互理解、真の連携が促されたこと、そのことこそ「NOTESが実現したこと」と言えるのではないだろうか⁴⁾。

また、少なくともNOTES研究の黎明期にはデバイスの開発が積極的に進められ、NOTESの進路

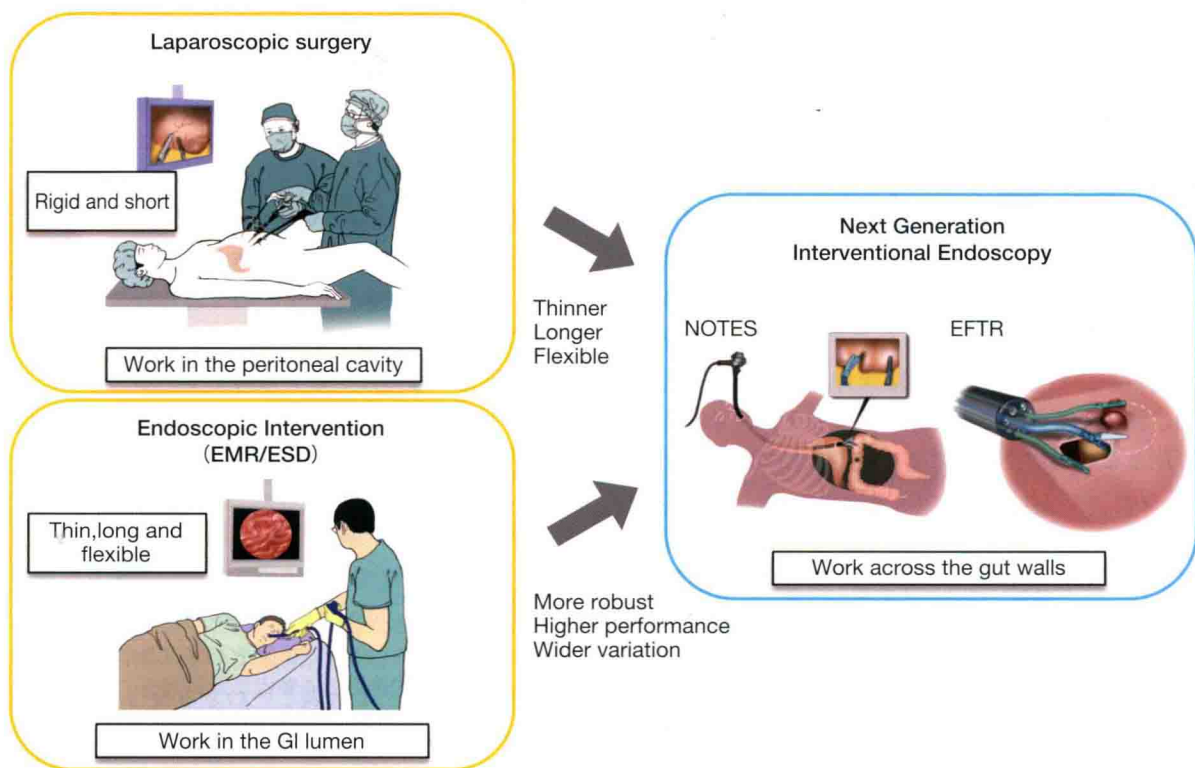


図1 軟性内視鏡と腹腔鏡を統合させた「次世代内視鏡治療」の概念図

として残された消化管全層欠損部を閉鎖するための新しいクリップや内視鏡的縫合器, tissue triangulationを達成するための特殊な把持鉗子やリトラクタ(牽引具), 多関節を有するプラットフォームや軟性ロボットが開発された⁵⁾。多くはNOTESがテイクオフできないと判断された時点で実用化を断念されたが, 一部は想定される適応部位を管腔内へと切り換えて開発が進められ, いわゆる「スピン・オフ」の形で世に出ることとなり, 今日のadvanced endoscopy, endoluminal surgeryを支えるデバイス群となった。

筆者らが取り組んできたデバイス開発も, 当初は純粋にNOTESでの使用を想定して着手されたものが多かった。しかしながら, その後, NOTESをあくまで軟性内視鏡と腹腔鏡を統合させた「次世代内視鏡治療」の一形態と捉えるようになり(図1), ESDを含む現行治療から次世代治療において汎用的に活用できるデバイスの開発へとシフトしていくことと

なった。

Ⅲ. 統合型デバイス開発と現行治療へのスピン・オフ

軟性内視鏡と腹腔鏡の統合をめざす「内科・外科統合型デバイス」とは、『両者のギャップを埋めるデバイス』と言い換えることができる。軟性内視鏡と腹腔鏡の間のギャップは, 現在使われているデバイスの違いにとどまらず, 視野の取り方, 送気, 洗浄・吸引, 組織の牽引などのテクニック, そして最終的には医師のマインドセットに至るまで多岐にわたる(表)。これらは, 次世代へ向けて双方が越えるべき技術的な障壁であるとともに, 新しいデバイス開発のヒントの源泉にもなっている。

統合を実現するデバイス群は当然ながら次世代型といえるが, 筆者らは内視鏡的粘膜切除術(endoscopic mucosal resection: EMR)やESD, 腹腔鏡手術やLECSなど, 現行治療へのスピン・オフを常

表 軟性内視鏡と腹腔鏡のギャップ

	軟性内視鏡	腹腔鏡
スコープ	軟性	硬性
送気	マニュアル(定性的)	自動(定量的)
送気ガス	エア(最近はCO2も普及)	CO2
視野	主として近接	近接～遠景まで
視角	接線方向	見下ろし
レンズ・クリーニング	手元操作で可能	不可(スコープを抜去する必要あり)
洗浄	スコープ先端より	専用の洗浄吸引嘴管にて
吸引	液面にダイブして行う	液面を見ながら行う
画面の天地あわせ	原則行わない	必須
鉗子(デバイス)	軟らかくて長い(細い)	硬くて短い(太い)
鉗子の操作角、視軸との関係	インライン	トライアングル
把持鉗子の把持力	弱い	強い
鉗子先端のコントロール	不完全	完全
鉗子類のバリエーション	乏しい	豊富
術者と助手の関係	マスター・スレーブ	チーム・ワーク
清潔・不潔	不潔	清潔
体位変換	患者の身体をごろごろ転がせる	手術台を傾ける程度
標本回収時の spillage	気にしない	気にする
出血への対応	洗浄吸引してから処置	洗浄吸引しながら処置

に意識して開発に取り組んできた。以下に、筆者らの取り組みの一部を示す。

1. 送気法の統合

内視鏡における「送気」は視野と操作空間確保のための基本的なテクニックであるが、軟性内視鏡では手元ボタンで微調整する「マニュアル送気」を行うのに対して、腹腔鏡手術では専用送気装置で腹腔内圧を調節する「自動送気」が一般的となっている。閉鎖腔である腹腔内で送気圧のモニタリングを行わないマニュアル送気を行うと過剰送気となる危険があることは当初より知られていたが、NOTESでは経腹壁経路(hybrid NOTES)の外科用ポートを介した自動送気で気腹を行うことで、この問題を事実上、回避してきた⁹⁾。消化管の内・外という概念が事実上消滅する次世代内視鏡においては、軟性内視鏡であっても送気圧の制御が必須となる。そこで筆者らは、消化管腔内に定圧環境を創出・維持できる「定圧自動送気内視鏡(steady pressure automatically controlled endoscopy : SPACE, 図2)」を提唱し、前臨床・臨床研究を通じてその実現可能性、安全性を検証してきた^{10~13)}。SPACEに必要となる一連のシステムは既に医薬品医療機器総合機構(PMDA)の製造承認を取得済み(図3)で、腹腔鏡のようにガス

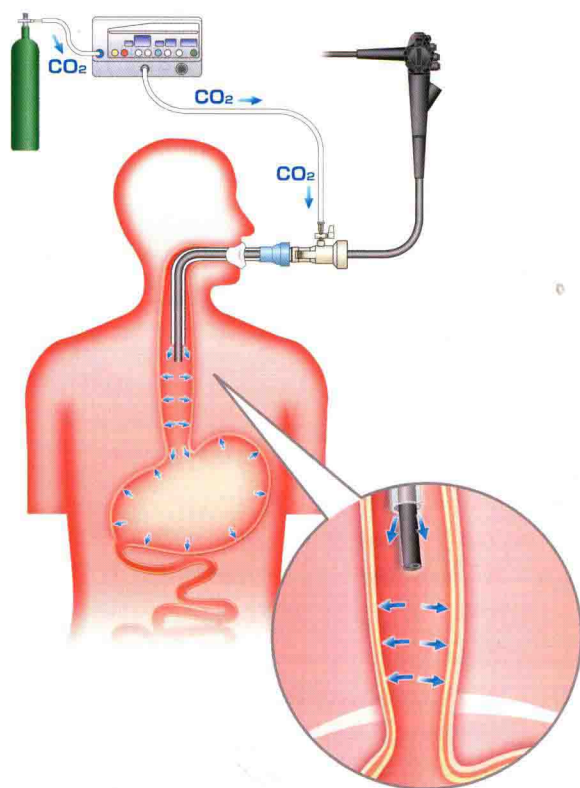


図2 定圧自動送気内視鏡 (SPACE)



図3 SPACEを実現する消化管専用定圧自動送気システム(エンドポート, トップ社およびGW-200, 富士フィルム社)

漏れが少なく、視野が安定した新しいタイプの消化器内視鏡治療が可能になる日も近いと思われる。

2. 洗浄・吸引法の統合

現行の軟性内視鏡では、洗浄・吸引はスコープ先端の専用孔から行うため、洗浄時には先端の向きを調整せねばならず、吸引時には視野が一時的に失われてしまう。一方、腹腔鏡手術では視野から独立した専用デバイスを用いて洗浄・吸引を行う¹⁴⁾。NOTESでは、やはりこの問題に正面から取り組むことはなく、腹腔内での洗浄・吸引は腹腔鏡用デバイスを用いて行っていた。そこで筆者らは、次世代内視鏡においては、腹腔鏡同様の洗浄・吸引を管腔の内外を問わず行えるデバイスが必要となると考え⁴⁾、腹腔鏡手術で用いられる洗浄吸引嘴管を、機能はそのままに、軟性内視鏡のチャンネルを通るよう細く長くフレキシブルにしたカテーテルを開発した¹⁴⁾(図4)。本デバイスは高い洗浄能力と愛護的な吸引能力を有することから、現行内視鏡治療にも適用可と判断し、消化器内視鏡用デバイスとしてスピン・オフ上市した。

3. 牽引法の統合

軟性内視鏡では鉗子と内視鏡は常にin lineとなり、切開や剝離をtissue triangulation下に行うことは事実上、不可能である。筆者らは、内視鏡の視軸から独立した操作軸(サイド・チャンネル)を備えた新しい「オーバーチューブ」を開発し、軟性内視鏡における組織牽引法の変革を試みている¹⁵⁾(図5)。チャン

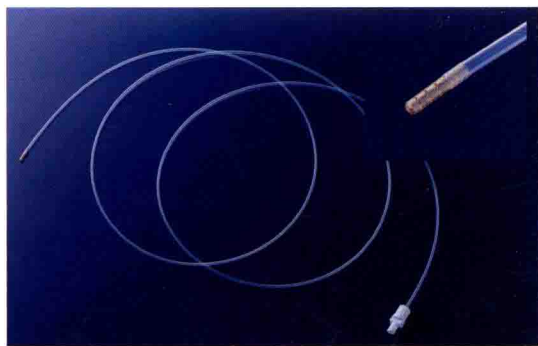


図4 軟性内視鏡で腹腔鏡手術に近い洗浄・吸引を実現するフレキシブルカテーテル(エンドシャワー, 山科精器)

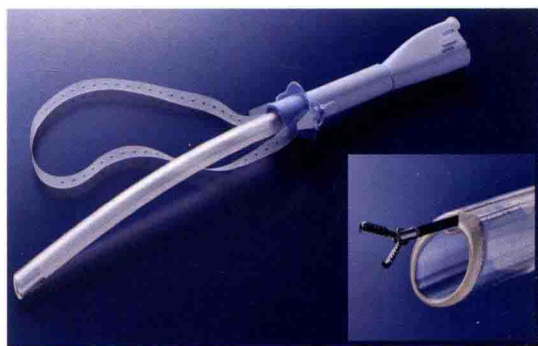


図5 回旋式内視鏡用オーバーチューブ(エンドトルネード, トップ社)

ネルの中を通した鉗子で組織を把持し、チューブごと内視鏡の周りを回旋させることで、腹腔鏡手術と同等の自由度の高い牽引を得ることができる(図6)。本デバイスはPMDAの承認を得て、上市へ向けて最終の臨床評価段階にある。

おわりに

ESDやNOTESが内視鏡診療にもたらしたものを、自身のデバイス開発に対する取り組みを振り返りつつ考察した。次世代内視鏡治療とは、消化管壁という物理的な「壁」を越え、消化管の内外を自由に往来しながら行う低侵襲治療と位置づけることができよう。その実現には、軟性内視鏡と腹腔鏡双方の利点を活かし、欠点を補い合うようなデバイスの研究開発が不可欠であるが、より重要なことは、内科と外科が見えない「壁」を越えること、両者が真に連携す

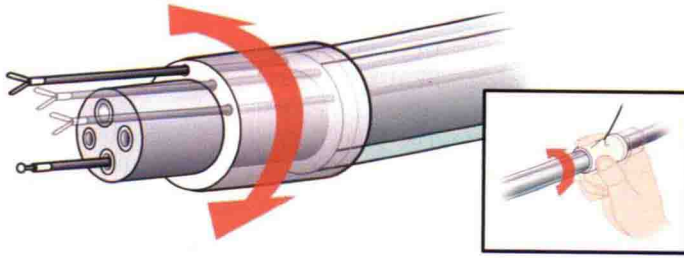
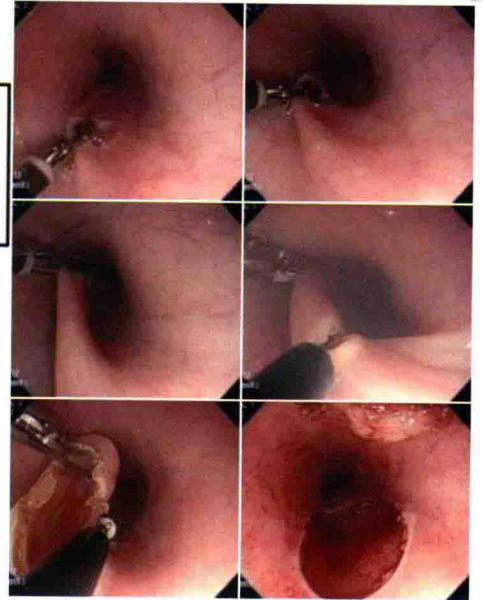


図6 エンドトルネードによる組織牽引法



ることと言えるだろう。

本稿が内視鏡治療の技術革新に取り組もうとする諸氏の参考になれば幸いである。

文 献

1. ASGE/SAGES Working Group : ASGE/SAGES Working Group on Natural Orifice Transluminal Endoscopic Surgery. October 2005. Surg Endosc **20** : 329-333, 2005
2. 北野正剛, 田尻久雄, 池田圭一ほか: NOTESに関する二学会合同委員会特別報告NOTES白書: 本邦におけるNOTES研究の指針. 日消内視鏡会誌 **50** : 1365-1370, 2008
3. 中島清一, 高橋 剛, 山崎 誠ほか: 経腔経路による胃切除術. 日外会誌 **114** : 303-307, 2013
4. 中島清一: 内科・外科統合型次世代超低侵襲内視鏡治療機器. Med Photonics **28** : 44-49, 2011
5. 中島清一: 次世代に向けた内視鏡医療の構築 Robotic Technology の内視鏡応用. 臨牀消化器内科 **31** : 1387-1392, 2016
6. Mavrogenis G, Hochberger J, Deprez P et al : Technological review on endoscopic submucosal dissection : available equipment, recent developments and emerging techniques. Scand J Gastroenterol **4** : 1-13, 2017
7. Sumiyama K, Tajiri H, Gostout CJ : Submucosal endoscopy with mucosal flap safety valve (SEMF) technique : a safe access method into the peritoneal cavity and mediastinum. Minim Invasive Ther Allied Technol **17** : 365-369, 2008
8. Inoue H, Minami H, Kobayashi Y et al : Peroral endoscopic myotomy (POEM) for esophageal achalasia. Endoscopy **42** : 265-271, 2010
9. Nakajima K, Nishida T, Milsom JW et al : Current limitations in endoscopic CO₂ insufflation for NOTES : flow and pressure study. Gastrointest Endosc **72** : 1036-1042, 2010
10. Nakajima K, Moon JH, Tsutsui S et al : Esophageal submucosal dissection under steady pressure automatically controlled endoscopy (SPACE) : a randomized preclinical trial. Endoscopy **44** : 1139-1148, 2012
11. 中島清一: 定圧自動送気法による新たなESDの可能性.

消化器内視鏡 **24** : 78-84, 2012

12. Kato M, Nakajima K, Yamada T et al : Esophageal submucosal dissection under steady pressure automatically controlled endoscopy (SPACE) : a clinical feasibility study. Endoscopy **46** : 680-684, 2014
13. Hirota M, Miyazaki Y, Takahashi T et al : Dynamic article : steady pressure CO₂ colonoscopy : its feasibility and underlying mechanism. Dis Colon Rectum **57** : 1120-1128, 2014
14. Miyazaki Y, Nakajima K, Hosaka M et al : A novel endoscopic catheter for "Laparoscopy-Like" irrigation and suction : Its research and development process and clinical evaluation. J Laparoendosc Adv Surg Tech A **26** : 943-949, 2016
15. Hirota M, Kato M, Yamasaki M et al : A novel endoscopic submucosal dissection technique with robust and adjustable tissue traction. Endoscopy **46** : 499-502, 2014

What We Have Learned from ESD and NOTES Research : Their True Impact on Current Endoscopic Intervention

Kiyokazu NAKAJIMA

Division of Next Generation Endoscopic Intervention,
Osaka University, Osaka, Japan

ESD was a true innovation, which clearly showed

the technical feasibility of meticulous cutting and dissection under a flexible endoscopic setting. NOTES, on the other hand, could not become a true technological innovation. However, NOTES successfully provided both surgeons and gastroenterologists a great opportunity to re-think various "gaps" between flexible endoscopy and rigid laparoscopy. In addition, NOTES made us imagine what the next-generation endoscopic intervention would be. Future minimally invasive endoscopic treatment will not be confined inside the gut lumen or abdominal cavity, but will be performed across the gut wall. Although R & D of necessary medical devices has just been initiated, their early trickle-down use in current endoscopic intervention is promising.

key words : gastrointestinal endoscopy, laparoscopy, medical devices

tion endoscopic intervention by integrating GI endoscopy and laparoscopy.

- Figure 2 SPACE : Steady pressure automatically controlled endoscopy.
- Figure 3 The SPACE system dedicated for GI use (Endoport : Top Corporation and GW-200 : Fujifilm, Tokyo).
- Figure 4 Flexible catheter that enables laparoscopy-like irrigation and suction under flexible endoscopy (Endoshower : Yamashina-Seiki, Shiga).
- Figure 5 Tornado overtube with built-in side channel (Endotornado : Top Corporation, Tokyo).
- Figure 6 Tissue control using Endotornado overtube.
- Table Gaps between flexible GI endoscopy and laparoscopy.

Legends to Figures and a Table

Figure 1 Schematic representation of next-genera-

第11回 広島消化管内視鏡ライブセミナーのご案内
11th Hiroshima live demonstration seminar on diagnostic
and therapeutic GI endoscopy

会 期: 平成29年8月19日(土) 9:30~17:00(18:00まで延長の可能性あり)

会 場: 広島大学霞キャンパス・医学部第5講義室(250名収容)
(広島大学病院内視鏡診療科から会場へ実況中継)

代表世話人: 茶山一彰(広島大学消化器・代謝内科), 田中信治(広島大学内視鏡診療科)

会 費: 医師 12,000円, メディカルスタッフ 5,000円

術者・コメンテーター: 小野裕之(静岡県立静岡がんセンター), 小山恒男(佐久医療センター), 後藤田卓志(日本大学), 田中信治(広島大学), 豊永高史(神戸大学), 山野泰穂(札幌医科大学)

モーニングセミナー: 吉田直久(京都府立医科大学)

特別講演(ランチョンセミナー): 田尻久雄(日本消化器内視鏡学会理事長)
司会: 吉田直久(京都府立医科大学), 岡 志郎(広島大学)

連絡申込先: 下記Webにて受け付けます。なお, 定員になり次第締め切らせて頂きます。
<http://home.hiroshima-u.ac.jp/hirolive/>

事 務 局: 広島大学内視鏡診療科 教授室秘書 秋山住子
〒734-8551 広島市南区霞1-2-3
TEL 082-257-5538 FAX 082-253-2930 E-mail: hirolive@hiroshima-u.ac.jp