

Figure 8 食道 ESD 穿孔症例

- a : 通常送気下(参考症例). 頸部から胸部にかけての広範囲に著明な皮下気腫が見られ, 右肺は気胸を呈している. すべての気腫像が消失するのに, 約1週間を要した.
- b : CO₂送気下(参考症例). 頸部に皮下気腫が認められる.
- c : bの翌日の胸部レントゲン像. ESD直後に認められた頸部の皮下気腫は消失している. CO₂の吸収が速いことがわかる.

のいずれの症例においても, 酸素化の障害は見られず, 明らかな有害事象は認められなかった.

穿孔例はCO₂群の3例(食道2, 胃1)とAir群の2例(食道2, 胃0)に認められた. Air群の2例は術者の判断にてCO₂送気から通常送気へ変更しており, 送気が混合した測定値は不正確であるため, 本検討からは除外した. CO₂群の3例では, 胸部レントゲン写真上明らかな縦隔気腫・皮下気腫は認められなかった. しかしながら, CO₂送気を使用しても気腫が発生する場合もあり, 本検討の症例ではないが, CO₂送気と通常送気による穿孔症例の胸部レントゲン写真を参考として示す. (Figure 8-a~c)

以上の結果から, PtcCO₂上昇はCO₂送気自体が原因ではなく, 鎮静深度や呼吸状態に本質的な原因があると考えられ, 食道・胃ESDにおけるCO₂送気は通常送気と同様に安全に使用できると結論づけた. 今後, さらなる症例蓄積による安全性・有用性の評価が行われることにより, 標準的使用が可能となるだろう.

IV 考 察

血中CO₂レベルは, 基本的に換気によって規定されているため, CO₂の上昇は呼吸回数・一回換気量の低下が原因と考えられる. Nelson et al.の報告では, ERCPにおいてPtcCO₂が40mmHg以上

上昇し、値が100mmHg以上を呈したことが報告されているが、これらの症例においてCO₂送気によると思われる明らかな有害事象は認められていない²⁸⁾。筆者らの食道・胃ESDの結果では、最大PtcCO₂値/最大持続時間は81mmHg/166分(CO₂群)と74mmHg/148分(air群)であるが、やはり有害事象は認められなかった。これらのことから、SpO₂低下を伴わないPtcCO₂のみの一過性の上昇は、臨床的には大きな問題にならない可能性が示唆される。筆者らの検討結果においても、PtcCO₂の上昇と、SpO₂(酸素化)の低下が関連することはなかった。そして、CO₂群とAir群の測定値において有意差がなかったことは、PtcCO₂上昇は少なくともCO₂送気自体が原因ではなく、鎮静深度や呼吸状態に本質的な原因があると考えられる。CO₂送気下では、管腔内のCO₂吸収が速く、腸管過伸展が軽減されるため、腹部膨満や横隔膜挙上が軽度で、一回換気量や呼吸回数が制限されにくいことが、通常送気と異なる点であると考えられる。前述の検討では除外されている慢性閉塞性肺疾患(COPD)の症例以外では、PtcCO₂上昇・高炭酸ガス血症はCO₂送気ではなく、鎮静による呼吸中枢の活動低下・反応低下および換気低下状態に起因すると考えられる。

食道・胃ESDでの穿孔した3例において、胸部レントゲン写真にて明らかな気腫や気腹が見られなかったのは、漏出したCO₂が直ちに吸収されたことが一因であると考えられた。気腫やfree airが認められても、CO₂送気の場合は吸収が速いため、翌日には消失していることがほとんどであり、通常送気での吸収の程度を考えると、大きく異なっている(Figure 8-a~c)。ESDにおける重篤な偶発症としては、穿孔による気腫・気腹であることは周知の事実であるが、長時間の手技に伴う腹部(胸部)コンパートメント症候群は注意が必要である^{17)~22)}。送気による腸管内圧や腹腔内圧の過度な上昇により、呼吸・循環不全を来し、突然の血圧低下・不整脈・呼吸停止・心停止に至ることもある。これらのことを完全に予防することは難しいが、CO₂送気を使用すればかなり軽減できる可能性がある。特に、偶発症が重症化しやすい食道ESDにおいて、CO₂送気の使用が推奨される。また、偶発症の可能性が高く、長時間の手技になりやすいESD初心者においてこそ、CO₂送気

を積極的に使用すべきであると考えられる。

PtcCO₂が高値を呈するのは、ESDに伴う一時的なものである。一般的にはアシドーシスを呈した場合、不整脈・循環不全・高K血症などを誘発しやすく、重度になれば多臓器不全に至る。CO₂送気によるCO₂ retentionが発生すれば、当然呼吸性アシドーシスを呈しやすいが、他の因子によりpHバランスが正常範囲内に保たれている場合は、臨床上特に問題はないと考えられる。そのため、筆者らの検討におけるPtcCO₂>60mmHgの場合でも、またそれがある程度の時間持続しても、酸素化が保たれている限り、有害事象が発生しなかったと思われる。しかしながら、CO₂で気腹している腹腔鏡手術においては、CO₂値が上昇した場合は、人工呼吸管理下で過換気状態にして、CO₂を排出させることができるが、静脈麻酔で行うESDにおいては、強制的にCO₂を排出することができないため、注意深くモニタリングする必要がある。より安全・確実を期すために、深鎮静下の食道・胃ESDにおいては、現時点では何らかの方法でCO₂の値をモニタリングした方が良いと思われる。

また、PtcCO₂測定の正確性・信頼度に関しては、いくつかの研究がPCO₂と良く関連することを証明しており、信頼できる検査法であると考えられる^{29)~31)}。ただし、体温や皮膚の状態により、測定結果が異なることがあるのも事実である³²⁾。終末呼気二酸化炭素濃度(End tidal CO₂)の測定では、呼吸状態もモニターできるという利点があるが、どの測定法が最も優れているかという結論は出ていない。これらの測定装置は高価であり、すべての施設が使用できるわけではないことが難点であるが、CO₂送気に必須であるCO₂ガスレギュレーター・CO₂送気専用の送水ボトル・CO₂ポンプなどは購入可能な価格であると思われる。また、使用するCO₂は工業廃棄物の再利用であり、自然環境を考慮しても、CO₂を使用することに問題はない。

CO₂を経皮的に持続的に測定できるようになって、今まで分からなかった治療中・検査中のCO₂値の上昇が明らかになった。SpO₂測定のみでは、CO₂値は不明ではあるが、当院では3,000例以上の胃ESDを通常送気と血圧・心電図・SpO₂測定(他に体圧分散マット、間欠的下肢マッサージ装置)で施行してきており、特に大きな問題は発生

しなかった。CO₂値が分かるようになる利点は、CO₂上昇はつまり呼吸回数・1回換気量の低下(換気不全状態)を示唆していることから、これらを助長する鎮静剤の追加投与を防止できる。さらには、呼吸停止による気管内挿管なども予防できる。最近では、脳波をモニタリングすることにより鎮静深度を表示する Bispectral Index (BIS) モニターの使用も報告されてきており、PtcCO₂測定と BIS モニターの併用により、さらに安全性が高まると思われる³³⁾。

おわりに

ESDが増加する一方、重篤な合併症が報告されている。最も重篤なものとして空気塞栓症が挙げられるが、発生を予測することは不可能であり、一旦発生したら致命的になることがほとんどである。空気塞栓症に対する現時点での唯一の対抗策はCO₂送気であると考えられる。今後は、禁忌症例を除いて、CSおよびほとんどすべての治療内視鏡手技においてCO₂送気が標準となることが予想される。今後は、通常送気と変わらずに、むしろより良好(より安全)なデータを示すCO₂送気が標準的に使用されるようになるだろう。

文 献

- Hussein AM, Bartram CI, Williams CB. Carbon dioxide insufflation for more comfortable colonoscopy. *Gastrointest Endosc* 1984 ; 30 : 68-70.
- Stevenson GW, Wilson JA, Wilkinson J et al. Pain following colonoscopy: elimination with carbon dioxide. *Gastrointest Endosc* 1992 ; 38 : 564-7.
- Church J, Delaney C. Randomized, controlled trial of carbon dioxide insufflation during colonoscopy. *Dis Colon Rectum* 2003 ; 46 : 322-6.
- Bretthauer M, Thiis-Evensen E, Huppertz-Hauss G, et al. NORCCAP (Norwegian colorectal cancer prevention) : a randomised trial to assess the safety and efficacy of carbon dioxide versus air insufflation in colonoscopy. *Gut* 2002 ; 50 : 604-7.
- Bretthauer M, Lynge AB, Thiis-Evensen E et al. Carbon dioxide insufflation in colonoscopy: safe and effective in sedated patients. *Endoscopy* 2005 ; 37 : 706-9.
- Bretthauer M, Seip B, Aasen S et al. Carbon dioxide insufflation for more comfortable endoscopic retrograde cholangiopancreatography: a randomized, controlled, double-blind trial. *Endoscopy* 2007 ; 39 : 58-64.
- Minami S, Gotoda T, Ono H et al. Complete endoscopic closure of gastric perforation induced by endoscopic resection of early gastric cancer using endoclips can prevent surgery (with video). *Gastrointest Endosc* 2006 ; 63 : 596-601.
- Fujishiro M, Yahagi N, Kakushima N et al. Successful nonsurgical management of perforation complicating endoscopic submucosal dissection of gastrointestinal epithelial neoplasms. *Endoscopy* 2006 ; 38 : 1001-6.
- Oyama T, Tomori A, Hotta K et al. Endoscopic submucosal dissection of early esophageal cancer. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2005 ; Jul ; 3(7 Suppl 1) : S 67-70.
- Fujishiro M, Yahagi N, Kakushima N et al. Endoscopic submucosal dissection of esophageal squamous cell neoplasms. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2006 ; 4 : 688-94.
- Ono H, Kondo H, Gotoda T et al. Endoscopic mucosal resection for treatment of early gastric cancer. *Gut* 2001 ; 48 : 225-9.
- Yamamoto H, Kawata H, Sunada K et al. Successful en-bloc resection of large superficial tumors in the stomach and colon using sodium hyaluronate and small-caliber-tip transparent hood. *Endoscopy* 2003 ; 35 : 690-4.
- Yahagi N, Fujishiro M, Kakushima N et al. Endoscopic submucosal dissection for early gastric cancer using the tip of an electro-surgical snare (thin type). *Dig Endosc* 2004 ; 16 : 34-8.
- Oda I, Gotoda T, Hamanaka H. Endoscopic submucosal dissection for early gastric cancer: technical feasibility, operation time and complications from a large consecutive series. *Dig Endosc* 2005 ; 17 : 54-8.
- Saito Y, Uraoka T, Matsuda T et al. Endoscopic treatment of large superficial colorectal tumors: a case series of 200 endoscopic submucosal dissections (with video). *Gastrointest Endosc* 2007 ; 66 : 966-73.
- Fujishiro M, Yahagi N, Kakushima N et al. Outcomes of endoscopic submucosal dissection for colorectal epithelial neoplasms in 200 consecutive cases. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2007 ; 5 : 678-83.
- Kimball EJ, Rollins MD, Mone MC et al. Survey of intensive care physicians on the recognition and management of intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome. *Crit Care Med* 2006 ; 34 : 2340-8.
- Williams C. Who's for CO₂? *Gastrointest Endosc* 1986 ; 32 : 365-7.
- Hayakawa M, Gando S, Kameue T et al. Abdominal compartment syndrome and intrahepatic portal venous gas: a possible complication of endoscopy. *Intensive Care Med* 2002 ; 28 : 1680-1.
- Peppriell JE, Bacon DR. Acute abdominal compartment syndrome with pulseless electrical activity during colonoscopy with conscious sedation. *J Clin Anesth* 2000 ; 12 : 216-9.

21. Rizzo AG, Sample GA. Thoracic compartment syndrome secondary to a thoracic procedure: a case report. *Chest* 2003 ; 124 : 1164-8.
22. van Mook WN, Huslewe-Evers RP, Ramsay G. Abdominal compartment syndrome. *Lancet* 2002 ; 360 : 1502.
23. Saito Y, Uraoka T, Matsuda T et al. A pilot study to assess the safety and efficacy of carbon dioxide insufflation during colorectal endoscopic submucosal dissection with the patient under conscious sedation. *Gastrointest Endosc* 2007 ; 65 : 537-42.
24. Phaosa wasdi K, Cooley W, Wheeler J et al. Carbon dioxide-insufflated colonoscopy: an ignored superior technique. *Gastrointest Endosc* 1986 ; 32 : 330-3.
25. 野中 哲, 斎藤 豊, 小田一郎. ESDにおける偶発症とその予防および対応 食道・胃ESDにおけるCO₂送気の安全性. *Gastroenterol Endosc* 2009 ; 51(Suppl. 2) : 2084.
26. 野中 哲, 斎藤 豊, 小田一郎. 上部消化管内視鏡治療におけるCO₂送気の安全性. *Gastroenterol Endosc* 2008 ; 50(Suppl. 2) : 2254.
27. Nonaka S, Saito Y, Takisawa H et al. Safety of carbon dioxide insufflation for upper gastrointestinal tract endoscopic treatment of patients under deep sedation. *Surg Endosc* 2010 ; 24 : 1638-45.
28. Nelson DB, Freeman ML, Silvis SE et al. A randomized, controlled trial of transcutaneous carbon dioxide monitoring during ERCP. *Gastrointest Endosc* 2000 ; 51 : 288-95.
29. Maniscalco M, Zedda A, Faraone S et al. Evaluation of a transcutaneous carbon dioxide monitor in severe obesity. *Intensive Care Med* 2008 ; 34 : 1340-4.
30. Parker SM, Gibson GJ. Evaluation of a transcutaneous carbon dioxide monitor ("TOSCA") in adult patients in routine respiratory practice. *Respir Med* 2007 ; 101 : 261-4.
31. Rodriguez P, Lellouche F, Aboab J et al. Transcutaneous arterial carbon dioxide pressure monitoring in critically ill adult patients. *Intensive Care Med* 2006 ; 32 : 309-12.
32. Bolliger D, Steiner LA, Kasper J et al. The accuracy of non-invasive carbon dioxide monitoring: a clinical evaluation of two transcutaneous systems. *Anaesthesia* 2007 ; 62 : 394-9.
33. Imagawa A, Fujiki S, Kawahara Y et al. Satisfaction with bispectral index monitoring of propofol-mediated sedation during endoscopic submucosal dissection: a prospective, randomized study. *Endoscopy* 2008 ; 40 : 905-9.

ENDOSCOPIC EXAMINATION AND TREATMENT USING CARBON DIOXIDE INSUFFLATION

Satoru NONAKA, Yutaka SAITO AND Ichiro ODA

Endoscopy Division, National Cancer Center Hospital.

It is well known that carbon dioxide (CO₂) is absorbed faster in the body than air and also rapidly excreted through respiration. With the relatively recent development and increasingly widespread use of endoscopic submucosal dissection (ESD) as a minimally invasive treatment, ESD for early gastrointestinal (GI) neoplasms in the esophagus, stomach and colorectum has risen dramatically. Quite naturally, the number of complications including perforations as well as procedure times have also increased during the technically more difficult ESD. CO₂ insufflation can reduce abdominal pain and patient discomfort caused by bowel hyperextension, perforation-related subcutaneous/mediastinal emphysema and pneumoperitoneum. Although CO₂ insufflation has been used in colonoscopy from the mid-1980s in Western countries, its use is still limited in Japan. We have recently reported that CO₂ insufflation can be used as safely as air insufflation in ESD procedures in the esophagus, stomach and colorectum. Based on our results, we fully expect that CO₂ insufflation will become a standard method for GI endoscopy.

第19回日本消化器内視鏡学会 中国支部セミナー 講演要旨

平成22年1月30日(土) 12:30~16:35
1月31日(日) 8:30~15:50

海峡メッセ下関

〒750-0018 山口県下関市豊前田町3丁目3-1
TEL 083-231-5600

日本消化器内視鏡学会中国支部
第19回セミナー

会長 柳井 秀雄

小腸疾患の内視鏡検査



獨協医科大学 医療情報センター
中村 哲也

はじめに

小腸は、これまでその内腔全体を直接観察することが非常に困難であったため、暗黒大陸とさえ言われてきた。しかし、カプセル内視鏡とダブルバルーン内視鏡の登場によって小腸全域の内視鏡検査が可能となり、パラダイムシフトがおこった。

カプセル内視鏡は従来の内視鏡とはメカニズムが全く異なり、絶食した患者が、自らカプセル内視鏡本体を飲み込むだけで検査ができる。従って患者にとってほとんど苦痛がなく、その上生理的な状態の消化管、特に小腸を比較的容易に観察することが可能である。2007年秋からギブン・イメージング社の PillCam SB、2008年秋からオリンパス社の Endo Capsule による小腸の検査が保険適用となった。

ダブルバルーン内視鏡は、自治医科大学の山本博徳教授が開発しフジノン（現フジフィルムメディカル）によって2003年秋から市販が始まった。それは、内視鏡先端のバルーンとオーバーチューブ先端の2つのバルーンで腸管を交互に把持し、小腸を短縮・安定しながら挿入していく検査法で、狙撃生検や内視鏡治療も可能である。2007年春からはオリンパス社のシングルバルーン内視鏡も市販されるようになり、小腸の把持短縮を目的とするバルーン付きオーバーチューブを装備した内視鏡はバルーン内視鏡と総称されるようになった。

これらの小腸用カプセル内視鏡とバルーン内視鏡が使用できるようになり、小腸疾患の内視鏡検査は臨床研究レベルから日常保険診療へと大きく進歩した。

本講演では、まず小腸用カプセル内視鏡とバルーン内視鏡の保険適用と禁忌について確認する。次いで小腸疾患診断に関連する用語とカプセル内視鏡関連用語について解説した後、これらを用いた小腸疾患の内視鏡検査の実際について紹介する。

1. 小腸用カプセル内視鏡とバルーン内視鏡の保険適用、禁忌

小腸用カプセル内視鏡が保険適用となるのは、内視鏡検査を含む上部および下部消化管検査を行っても原因不明の消化管出血を伴う患者である。

ダブルバルーン内視鏡と小腸用カプセル内視鏡は、当初いずれも保険診療においてD310小腸ファイバースコピー（1,700点）として算定されてきた。しかし2008年4月の診療報酬点数改定により、小腸ファイバースコピーは、1 ダブルバルーン内視鏡によるもの（2,000点）、2 カプセル型内視鏡によるもの（1,700点）、3 その他のもの（1,700点）に分けられた。小腸ファイバースコピーは、2種類以上行った場合は主たるもののみ算定するが、カプセル型内視鏡を行った後に、診断の確定または治療を目的としてダブルバルーン内視鏡を行った場合においては、いずれの点数も算定すると決められた（保医発第0305001号）。

カプセル内視鏡の再使用は禁止されており、心臓ペースメーカーまたは他の電気医療機器が埋め込まれている患者や嚥下障害を有する患者には禁忌とされる。また、腹部X線検査、腹部超音波検査、病歴や手術歴、臨床所見などで消化管の閉塞、狭窄、瘻孔が認められる、または疑われる患者と診断確定済みのクローン病患者、放射性腸炎による狭窄が疑われる患者、腹腔内の外科的手術歴があり、小腸検査を含む適切な検査にて同

検査実施に問題がないことを確認できない患者では、腸管狭窄によりカプセル内視鏡が滞留する恐れが高いため禁忌とされる。その他の詳細については、小腸用カプセル内視鏡の添付文書¹⁾を参照していただきたい。

2. 小腸疾患診断関連用語

消化管は、これまでトライツ靱帯を境にしてその口側を上部消化管、肛門側を下部消化管と2つに分類されてきた。そして、上部消化管内視鏡および（または）大腸内視鏡で所見のない持続するかまたは再発を繰り返す出血源不明の出血を、Obscure gastrointestinal (GI) bleeding（原因不明消化管出血）と呼んできた²⁾。しかし、カプセル内視鏡とダブルバルーン内視鏡の登場によりこれらの概念は大きく変化し、2007年に発表された米国消化器病学会（AGA：American Gastroenterological Association）声明³⁾および医療技術評価報告⁴⁾において、以下のように定義された。これらの用語をそのまま日本の保険診療で使用するわけにはいかないが、カプセル内視鏡やバルーン内視鏡を用いて臨床研究を行う際には、その内容を良く理解しておく必要がある。

Obscure gastrointestinal (GI) bleeding（原因不明消化管出血）

上部および下部消化器内視鏡検査、小腸X線検査を行っても出血源が不明の消化管出血。臨床的に明かな出血があるか否かにより、‘obscure overt bleeding’と‘obscure occult bleeding’とに分けられる²⁾。

Mid GI bleeding（中部消化管出血）

カプセル内視鏡やダブルバルーン内視鏡による検査が適している、ファーター乳頭から回腸末端までからの消化管出血。これに伴い、‘upper GI bleeding’は上部消化管内視鏡が届く範囲であるファーター乳頭より口側からの出血、‘lower GI bleeding’は大腸内視鏡検査で検査可能な大腸からの出血であると再分類された³⁾。

カプセル内視鏡関連用語

カプセル内視鏡は従来の内視鏡とはメカニズムが全く異なることから、以下のようなカプセル内視鏡独自の用語があり、これらを良く理解しておくことが大切である。

1) RTA（regional transit abnormality）

カプセル内視鏡検査において、カプセルがある局部で60分以上にわたって動きが鈍くなること⁵⁾。粘膜面の異常を伴う場合は、小腸の狭窄や腫瘍が原因である可能性が高い。

2) Retention（滞留）

カプセル内視鏡検査において、カプセルが消化管の狭窄の口側に少なくとも2週間以上とどまること⁵⁾。滞留は、カプセル内視鏡に特有の偶発症である。カプセル内視鏡を嚥下した後、2週間以上カプセルの排出が確認できない場合は、腹部単純X線検査を行い、カプセルが存在するときは適切な処置を行う。閉塞症状がないか、強くない場合は下剤やステロイド投与で排出を促し、それでも排出しないか閉塞症状が強い場合には、バルーン内視鏡などによる内視鏡処置や外科的処置でカプセルを除去する必要がある¹⁾。

3) Dark lumen

カプセル内視鏡検査において、撮影された内視鏡画像が暗いこと。出血に伴う黒色背景以外に濃縮した胆汁や鉄剤の内服が原因となることもある⁶⁾。

4) Dark side of pylorus

カプセル内視鏡検査において、十二指腸球部で反転したカプセルが撮影した、通常内視鏡では観察が不可能または困難な十二指腸球部の口側（幽門のすぐ肛門側）。

3. カプセル内視鏡とバルーン内視鏡による小腸疾患の内視鏡検査の実際

上部消化管内視鏡および大腸内視鏡で出血源が不明の消化管出血など小腸疾患を疑った場合、まずカプセル内視鏡を行い、小腸病変が見つかった場合にバルーン内視鏡による内視鏡治療や腹腔鏡下手術などを行うというのが、日本と海外においてほぼ共通した考え方である。バルーン内視鏡が普及している日本では、持続出血を伴ったり緊急性を要する場合には出血部位の確定と治療とを兼ねてバルーン内視鏡をまず行うという施設もある。

カプセル内視鏡とバルーン内視鏡の特長を、表に示す⁷⁾。カプセル内視鏡とバルーン内視鏡それぞれのメカニズムと特長を理解して、最短のアプローチで小腸疾患の内視鏡診断ができるようになることが望ましい。

表 新しい小腸内視鏡の特長（カプセル内視鏡とバルーン内視鏡との比較）

	カプセル内視鏡	バルーン内視鏡
前処置	不要	咽頭麻酔(経口) 下剤(経肛門)
前投薬	不要	鎮痙薬、鎮静剤
検査時間	8時間(外来)	1~2時間(入院)
被験者の苦痛	(-)	(+)
観察範囲	全小腸	全小腸(通常2回で)
内視鏡像	ほぼ良好	良好
生検	不可能	可能
利点	生理的状态で観察	内視鏡治療が可能
	サーベイランス・経過観察	精密検査・内視鏡的治療

小腸内視鏡ガイドライン「消化器内視鏡ガイドライン第3版」(医学書院)より引用改変

文 献

- 1) ギブソン画像診断システム (医療機器承認番号 21900BZY00045000) 添付文書, 2007.
- 2) American Gastroenterological Association: American Gastroenterological Association medical position statement: evaluation and management of occult and obscure gastrointestinal bleeding. *Gastroenterology* 118: 197-200, 2000.
- 3) Raju GS, Gerson L, Das A, et al: AGA Institute: American Gastroenterological Association (AGA) Institute medical position statement on obscure gastrointestinal bleeding. *Gastroenterology* 133: 1694-1696, 2007.
- 4) Raju GS, Gerson L, Das A, et al: American Gastroenterological Association (AGA) Institute technical review in on obscure gastrointestinal bleeding. *Gastroenterology* 133: 1697-1717, 2007.
- 5) Cave D, Legnani P, de Franchis R et al: ICCE consensus for capsule retention. *Endoscopy* 37: 1065-1067, 2005.
- 6) 中村哲也, 白川勝朗, 中野道子ほか: I. 総論 2. 検査の実際. カプセル内視鏡研究会編集, 寺野彰監修: カプセル内視鏡診療ガイド. 南江堂, 東京, 8-24, 2006.
- 7) 山本博徳, 清水誠治, 松本主之: 小腸内視鏡ガイドライン. 消化器内視鏡ガイドライン第3版 (監修 日本消化器内視鏡学会). 医学書院, 東京, 83-93, 2006.

略 歴

氏名：中村 哲也（なかむら てつや）

現職：獨協医科大学医療情報センター長・教授

【学歴】

昭和 57 年 3 月 神戸大学医学部卒業
平成 元年 3 月 神戸大学大学院医学研究科修了

【職歴】

昭和 57 年 7 月 神戸大学医学部附属病院医員 研修医
昭和 58 年 7 月 兵庫県立病院がんセンター内科 研修医
昭和 59 年 5 月 兵庫県立成人病センター内科 技術吏員、医師
平成 2 年 6 月 医療法人江尻病院 内科医長、消化器部長
平成 4 年 6 月 国立神戸病院研究検査科 研究検査科長
平成 13 年 11 月 獨協医科大学光学医療センター内視鏡部門 部門長・助教授
平成 19 年 4 月 獨協医科大学消化器内視鏡センター センター長・准教授
平成 19 年 6 月 獨協医科大学医療情報センター センター長
平成 19 年 8 月 獨協医科大学医療情報センター 教授
平成 21 年 4 月 獨協医科大学大学院医学研究科 内科学（消化器内科）兼任
現在に至る

【所属学会】

日本内科学会（認定内科医、認定専門医、指導医）、日本消化器病学会（専門医、指導医、学会評議員）、日本消化器内視鏡学会（専門医、指導医、学術評議員）、日本消化管学会（胃腸科認定医、評議員、情報委員会委員、学術企画委員会委員）、日本病理学会（認定専門医、評議員、病理専門医研修指導医）、日本レーザー医学会（専門医、指導医、理事、規約委員会委員長）、日本光線力学学会（幹事、編集委員会委員長）、日本カプセル内視鏡研究会（事務局長、運営委員）、米国臨床生化学アカデミー（上級会員：FACB）、米国消化器病専門医学会（上級会員：FACG）、国際光治療学会（Scientific Committee、学会誌 Laser Therapy：Editorial Board）、その他

【資格】

死体解剖資格、通産省認定情報処理技術者試験「上級システムアドミニストレータ」、日本医療情報学会認定「医療情報技師」

【研究内容】

消化器内視鏡診断（上部消化管の拡大内視鏡、カプセル内視鏡、光線力学的診断：PDD）、消化管癌に対する内視鏡的治療（特にレーザー内視鏡治療：PDT）、消化管腫瘍の病理診断、医療情報（電子カルテ、画像ファイリングシステム）

【受賞歴】

平成 3 年 第 4 回兵庫県医師会勤務医学会医学研究賞
平成 9 年 がん研究助成奨励金奨励賞（兵庫県総合保険協会）
平成 14 年 11 月 第 23 回日本レーザー医学会総会総会賞（一般部門、臨床）
平成 19 年 10 月 日本消化器内視鏡学会学会賞

主題

出血性小腸疾患に対する診断手技

カプセル内視鏡を主体に

中 村 哲 也 生 沼 健 司 寺 野 彰

胃 と 腸

第 45 卷 第 3 号 別刷
2010 年 3 月 25 日 発行

Stomach and Intestine (Tokyo) Vol. 45 No. 3 2010. IGAKU-SHOIN, Tokyo, Japan

医学書院

主 題

出血性小腸疾患に対する診断手技

カプセル内視鏡を主体に

中 村 哲 也¹⁾ 生 沼 健 司²⁾ 寺 野 彰³⁾

要旨 日本では、上部および下部消化管の検査を行っても原因が不明な消化管出血に対して、2種類の小腸用カプセル内視鏡〔PillCam™ SB (ギブン・イメージング), Endo Capsule (オリンパス)]が保険適用になっている。本稿では、それら小腸用カプセル内視鏡のシステムとメカニズムおよび検査法について述べ、PillCam™ SBとRAPID® 5 Accessによる出血性小腸疾患診断のための読影法とカプセル内視鏡検査の標準用語集であるCEST (capsule endoscopy structured terminology) について紹介した。

Key words: 小腸用カプセル内視鏡 obscure gastrointestinal bleeding 滞留 CEST

はじめに

カプセル内視鏡とは、絶食した被検者が自ら飲み込むだけで、消化管内腔の撮影ができるカプセル型の小型内視鏡である。それは従来の内視鏡とは全くメカニズムが異なり、被検者に飲み込まれたカプセル内視鏡本体が蠕動に従って消化管を通過しながらその内部を撮影していく。したがってほとんど苦痛がなく、生理的な状態に近い消化管、特に小腸を比較的容易に観察することができる。新しい内視鏡診断法である。

ギブン・イメージング株式会社(イスラエル)によって開発された小腸用カプセル内視鏡(PillCam™ SB, 旧名M2A®, Fig. 1 a)は2001年に欧米で認可され、臨床応用が始まった。その後、急速に開発が進み、2009年12月時点で食道用、小腸用、大腸用の画像撮影専用モデルが実用化され、臨床応用されている。日本では、上部および下部消化管の検査を行っても原因が不明の消化管出血に対して、2007年10月1日にギブン画像診断システム(Fig. 1)が、次いで2008年10月1日

にオリンパスメディカルシステムズ株式会社のカプセル内視鏡システム(Fig. 2)が保険適用になった。カプセル内視鏡による検査は、2001年からこれまでにPillCam™ SBを中心に、世界で延べ100万件以上も行われている。

本稿では、まず小腸用カプセル内視鏡のシステムと保険適用および禁忌について概説し、出血性小腸疾患に対する診断手技については世界で最も多く使用されているカプセル内視鏡PillCam™ SBとそれに対応する2009年12月時点での最新ソフトウェアによる読影法を中心に紹介する。

小腸用カプセル内視鏡のシステムとメカニズム

ギブン画像診断システムをFig. 1に、オリンパスカプセル内視鏡システムをFig. 2に示す。いずれのシステムも、以下のように大きく分けて4つの機器で構成されている。

① カプセル内視鏡本体〔PillCam™ SB (Fig. 1 a), Endo Capsule (Fig. 2 a)].

② リアルタイムに観察用の機器〔RAPID® (Reporting and Processing of Images and Data)リアルタイム (Fig. 1 b), リアルタイムビューワー (Fig. 2 b 右)].

③ カプセル内視鏡本体から送信された画像

1) 獨協医科大学医療情報センター
(〒321-0293 栃木県下都賀郡壬生町北小林 880)
2) 同 消化器内科
3) 同 学長

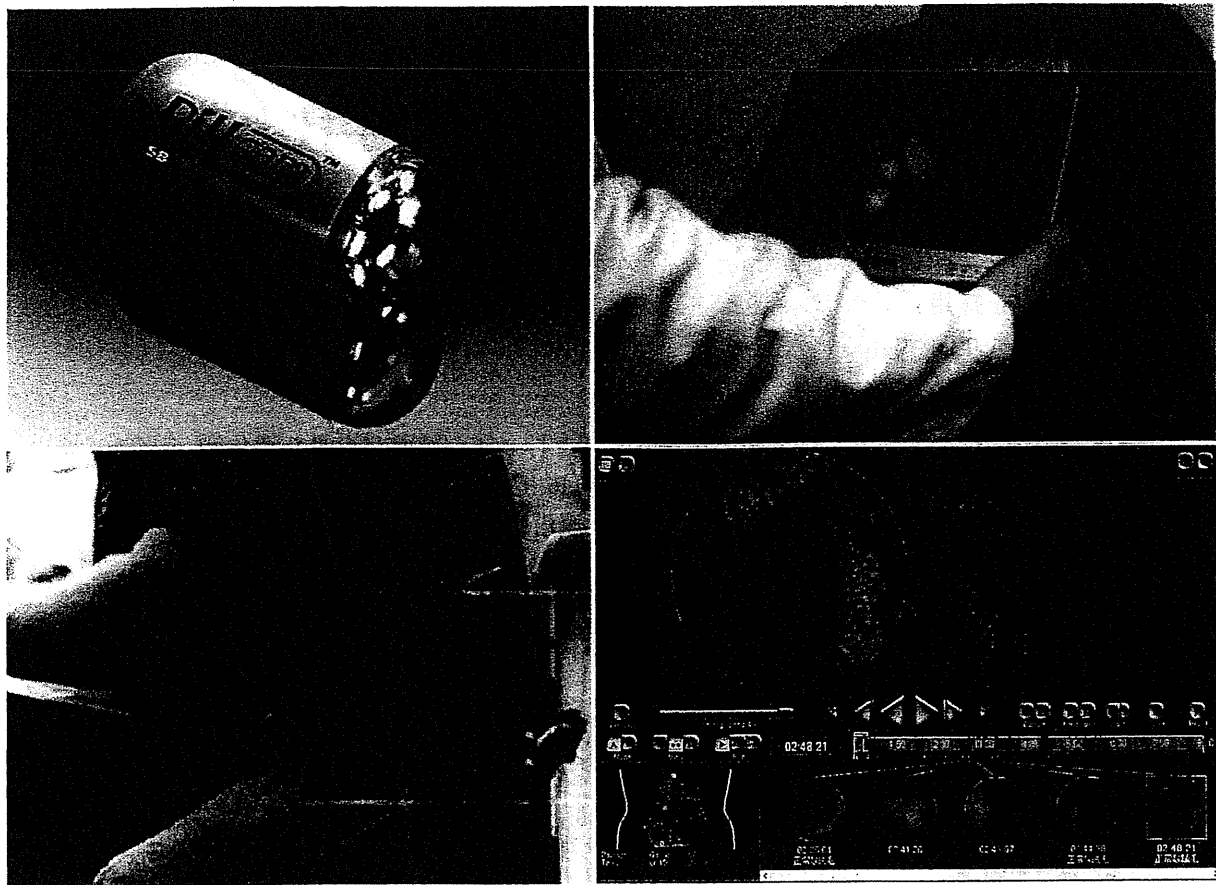


Fig. 1 Given PillCam™ SB system.
 a PillCam™ SB capsule.
 b RAPID® real time.
 c Data recorder DR2.
 d RAPID® 5 Access.

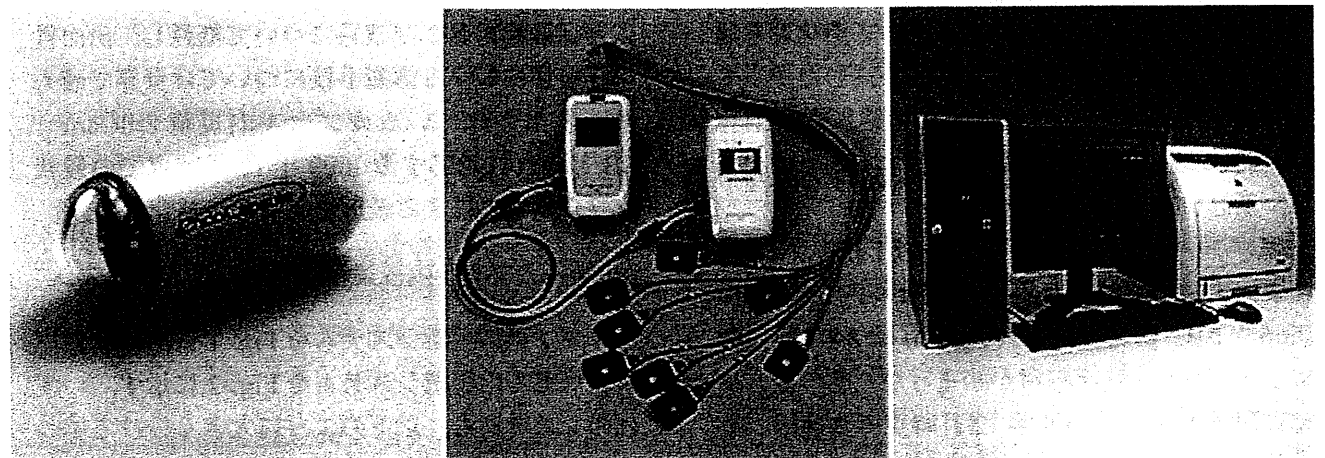


Fig. 2 Olympus capsule endoscopy system.
 a Endo capsule.
 b Real time viewer VE-1 (upper right), Receiver RE-1 (upper left), Antenna (lower).
 c Workstation.

データを受信するセンサアレイまたはアンテナユニット (Fig. 2 b 下) と、外部記憶装置 [データレコーダ (Fig. 1 c), 受信装置 (Fig. 2 b 左)].

④ 患者のデータや撮影された画像を処理し解

析する専用のコンピュータ [RAPID® ワークステーション (Fig. 1 d), オリンパスワークステーション (Fig. 2 c)].

カプセル内視鏡本体先端の透明ドームは、小腸

内で絨毛と接触することによって透明な状態に保たれ、6個の白色LEDs (light emitting diodes) から発光される照明光がドームに反射して写り込まないように形状に設計されている。レンズは、透明ドームが小腸壁に接する部位でピントが合うように配置されている。画像センサとして、ギブンは省電力で安価な CMOS (complementary metal oxide semiconductor) を採用し、オリンパスは CMOS より画像が鮮明な CCD (charge-coupled device, 電荷結合素子) を採用している。カプセル内視鏡本体から外部記録装置にデータを無線送信するために、両社とも人間の身体にほとんど影響のないラジオ波〔ギブン (432 MHz), オリンパス (315 MHz)] を使用しているが、いずれも日本の電波法の基準を満たしている。

カプセル内視鏡本体で撮影された内視鏡画像は、腹部の所定位置 (Fig. 3, オリンパスもほぼ同じ位置) に貼り付けた8個のセンサアレイまたはアンテナユニットを介して外部記録装置に送信され保存される。RAPID[®] リアルタイム (オプション) あるいはリアルタイムビューワーによって、カプセル内視鏡画像をリアルタイムで観察することも可能である。また RAPID[®] ワークステーション上では、カプセル内視鏡本体からのシグナルの強弱をセンサアレイが感知して、カプセル内視鏡の体内でのおおよその位置を知ることができる (オリンパスでは、カプセルに最も近いアンテナが表示される)。

小腸用カプセル内視鏡の保険適用および禁忌

小腸用カプセル内視鏡の保険適用の対象は、“内視鏡検査を含む上部および下部消化管検査を行っても原因不明の消化管出血を伴う患者”である。これは、米国消化器病学会が定義した obscure gastrointestinal bleeding¹⁾ (原因不明消化管出血) と若干異なる点に注意が必要である²⁾。

カプセル内視鏡特有の偶発症として滞留 (retention) があり、それは“カプセル内視鏡検査において、カプセルが消化管の狭窄の口側に少なくとも2週間以上とどまること”と定義されている³⁾。これに関連して、腹部X線検査、腹部超音波検査、病歴や手術歴、臨床所見などで消化管の閉塞、狭窄、瘻孔が認められる、またはそれらが疑われる

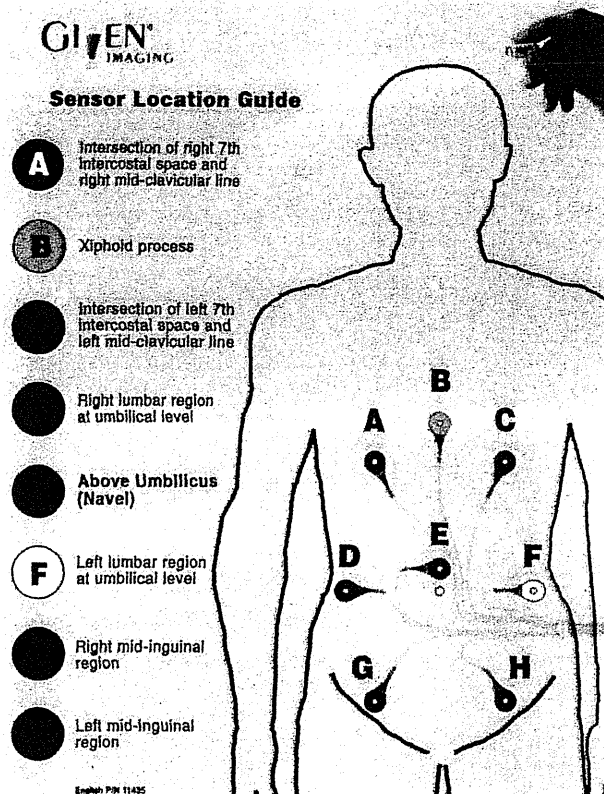


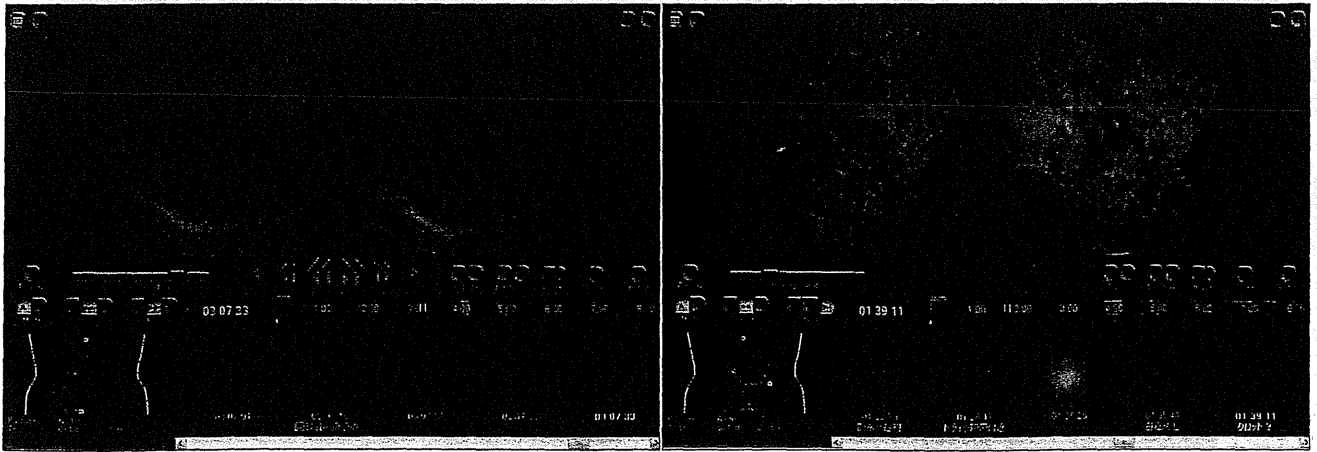
Fig. 3 Sensor location guide (Given[®] Imaging).

患者と、診断確定済みの Crohn 病患者、放射性腸炎による狭窄が疑われる患者、腹腔内の外科的手術歴があり、小腸検査を含む適切な検査にて同検査実施に問題がないことを確認できない患者では、腸管狭窄によりカプセル内視鏡が滞留する恐れが高いために禁忌とされる。そのほか心臓ペースメーカーまたは他の電気医療機器が埋め込まれている患者や、嚥下障害を有する患者も禁忌とされる。

カプセル内視鏡の滞留に対するリスクマネジメントやそのほかの詳細については、ギブン画像診断システムの添付文書⁴⁾ あるいはオリンパスカプセル内視鏡システムの添付文書⁵⁾ を参照されたい。

小腸用カプセル内視鏡の検査法

8時間以上12時間程度絶食した被検者の腹部に8個のセンサアレイまたはアンテナを貼り付け、それに接続した外部記録装置をセットする。機器の動作を確認してから、カプセル内視鏡本体を適量の水とともに飲み込ませる。RAPID[®] リアルタイムあるいはリアルタイムビューワーを用いれば、カプセルが食道を通過して胃内に入ったか



4 | 5 Fig. 4 Quick view.
Fig. 5 SBI.

否かなどを確認することができる。

カプセルを飲み込んだ2時間後には水分が飲め、4時間後には軽い食事もとれる。強い磁気にさらされたり、激しい運動をしたりさえしなければ、患者は自由に行動でき仕事をすることも可能で、通常の日常生活が行える。カプセル内視鏡本体は、作動開始後1秒に2回発光すると同時に写真撮影を開始する。最近のカプセル内視鏡内蔵の電池寿命は8時間以上あるため、1人の患者当たり60,000枚以上の静止画像(JPEG画像)が撮影できる。カプセル内視鏡から送信されたすべての画像データは、外部記録装置に保存される。カプセル内視鏡本体は排便とともに患者の体外に排出され、使い捨てである。

カプセル内視鏡を飲み込んだ7~8時間後にRAPID[®]リアルタイムあるいはリアルタイムビューワの画像を観察し、大腸内であることが確認できれば検査終了とすればよい(カプセルが全小腸を通過し、かつ滞留の可能性がほとんどなくなったため)。撮影された画像データはワークステーションに転送し、画像解析用のソフトウェアによって、静止画像は特殊フォーマットのビデオ画像に変換される。医師はワークステーションのビデオ画面で、画像を動画として解析し、レポートを作成する(読影法の詳細については後述する)。

小腸用カプセル内視鏡の読影法

小腸用カプセル内視鏡の保険適用が、“内視鏡検査を含む上部および下部消化管検査を行っても原因不明の消化管出血を伴う患者”であることか

ら、出血性小腸疾患がその主な対象となる。出血性小腸疾患をカプセル内視鏡で診断する場合、撮影された画像の読影が最も重要である。本稿では、ギブソン画像診断システムのPillCam[™] SBおよびRAPID[®] 5 Accessを使用した際の読影法について紹介する。

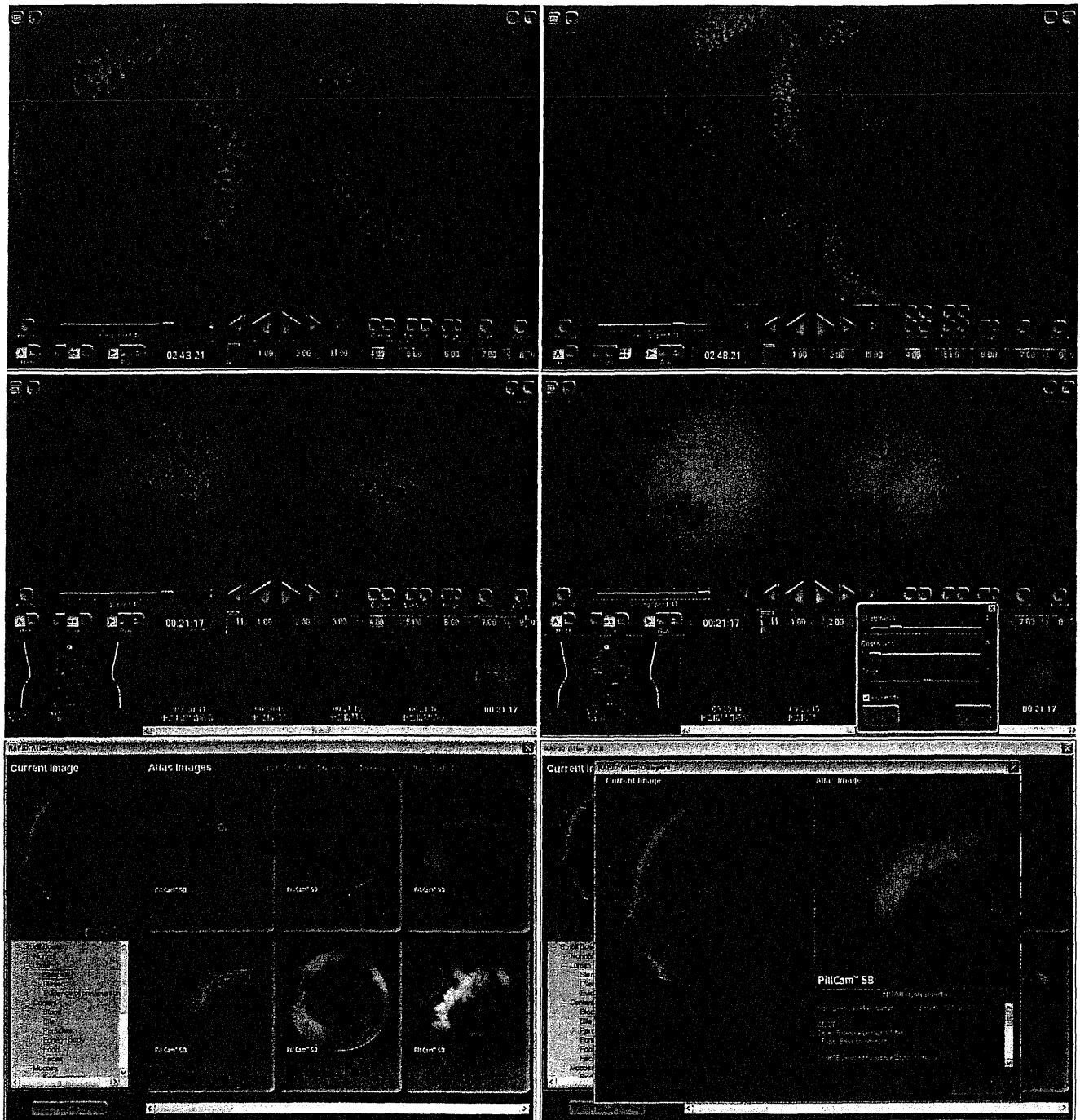
読影法は、プレビュー、レビュー、レポート作成の順で行うのが基本的な流れである。

1. プレビュー(下見)

まず、感度を高に設定したオートマチックモードでのクイックビューで撮影画像全体を数分で下見して、最初の胃画像、十二指腸画像、大腸画像などのランドマークを設定すると、胃は水色、小腸は茶色、大腸は黄土色に色分けされた体内での位置表示が示され、胃の通過時間と小腸の通過時間も自動的に計算される(Fig. 4)。次に赤色領域推定表示(suspected blood indicator; SBI)で、小腸出血の可能性のある部位を調べる(Fig. 5)。赤色領域推定表示は、小腸内腔の平均色より赤い部位をコンピュータが示してくれるCAD(computer aided diagnosis)の1つである。現時点では偽陽性率は高いが偽陰性率は比較的低いため、出血性小腸疾患を手早く発見できる便利な機能である。

2. レビュー(詳細検討)

プレビューだけで何も異常が見つからなくても、必ずレビューを行う必要がある。経験や技量に応じて2画面表示(Fig. 6)あるいは4画面表示(Fig. 7)にして、オートマチックモードあるいはマニュアルモードでの動画を詳細に検討していく。有意な所見が見つければ、その静止画像を参



6	7	Fig. 6 Dual view (large image).
		Fig. 7 Quad view.
8	9	Fig. 8 Thumbnail.
		Fig. 9 Blue mode.
10	11	Fig. 10 RAPID® atlas and CEST (lower left).
		Fig. 11 Comparison of current image and atlas image.

照画像(サムネイル)として保存し、その説明も記入しておく(Fig. 8)。RAPID® 5 Accessにはいくつかの新たな機能が加わったが、ブルーモードを用いると発赤やびらんがより明瞭に表示されるため診断の手助けとなる(Fig. 9)。またRAPID® アトラスが標準装備されていて、海外で診断された代表的なカプセル内視鏡画像と比較することが

できる(Fig. 10)。なお、それぞれのアトラス画像は、カプセル内視鏡検査のレポート用に作成された標準用語集であるCEST(capsule endoscopy structured terminology)⁶⁾での説明も表示される(Fig. 11)。参考までに、CESTで示されたカプセル内視鏡による小腸の診断名をFig. 12に示す⁶⁾。

Main Diagnoses	Hemobilia
Normal	Intestinal lymphanglectasia
Erosion	Juvenile polyposis
Ulcer	Kaposi's sarcoma
Angiectasia	Lipoma
Tumor (Benign, Malignant)	Lymphoma
Bleeding of unknown origin	Melanoma
Celiac disease	Neuroendocrine tumor
Crohn's disease	Parasites
NSAID enteritis	Peutz-Jeghers syndrome
Other Diagnoses	Phlebotectasia
Brunner's gland hyperplasia	Polyp
Dieulafoy's lesion	Post-transplant lymphoproliferative disorder
Diverticulum	Radiation enteritis
Enteropathy (Erosive, Erythematous, Congestive, Hemorrhagic)	Tropical sprue
Familial adenomatous polyposis	Varices
GIST	Vasculitis
Graft-versus-host disease	Xanthelasma
Ischemic enteritis	

Fig. 12 CEST (capsule endoscopy structured terminology).

Capsule Endoscopy Report PILLCAM SB

Patient name: [Redacted]
 ID: [Redacted]
 Birth date: [Redacted]
 Gender: Female
 Checked in by: T. Hishikawa
 Procedure date: 2009/4/27

Tetsuya Nakamura MD, PhD, FACC
 Gakko Medical University School of Medicine, Teichin, Teichin, Japan

REASON FOR REFERRAL: [Redacted] スケール 15-9-24点、便通: 1回/日、2年前にヘリコバクテリウム陽性、現在pp(2錠) 2/15服用中。

PROCEDURE DATA: Gastric Passage Time: 0h15m, Small Bowel Passage Time: 2h55m.

PROCEDURE INFO & FINDINGS: #1: GERD (LAM), バレット上段 (SSBE), 本症疑孔ヘルニア (胃内), #2: 胃炎 (胆汁逆流を伴う), #3: 胃がん, #4: 十二指腸炎 * 十二指腸炎病変の無い, #5: 回腸炎病変の無い

SUMMARY & RECOMMENDATIONS: 本症の経過時間 39分50秒、胃の経過時間 14分50秒、小腸の経過時間 2時間55分、カプセルが上行結腸内で滞留した。SSBE病変、本症疑孔ヘルニア、phlegmonic enteritisを伴う。腸炎病変を伴わない。GERD (LAM)を伴う。胃にびらん病変あり、結腸に浮腫状で胆汁逆流を伴う。胃炎と考えるが、典型的な炎症性腸病変ではない。十二指腸炎を中心に病変が多数あり、一部には粘膜病変を伴う病変もある。回腸炎病変の一部のみで白色炎症病変の所見も見られるが、小腸の大部分では正常粘膜が見られ、炎症性病変の病変病変は見られない。

SIGNATURE: _____

胆汁逆流を伴う胃炎 (胆汁逆流を伴う胃炎)
 GERD (LAM), バレット上段 (SSBE), 本症疑孔ヘルニア (胃内)

13 | 14 Fig. 13 Reporting window.
 15 | Fig. 14 Composing and exporting window.
 Fig. 15 Capsule endoscopy report.

3. レポート(報告書)作成

レビューによって必要十分な参照画像が保存された後、患者情報や所見のまとめ、診断の概要や次に推奨する追加処置などについてのコメントを記載する(Fig. 13)。保存した参照画像からレポートに表示する画像を選び出し(Fig. 14)、レポートを完成させる(Fig. 15)。

おわりに

日本で使用可能な小腸用カプセル内視鏡のシステムとメカニズム、保険適用と禁忌、検査法について述べ、2009年12月時点での最新のシステムである PillCam™ SB および RAPID® 5 Access を使用した際の読影法について紹介した。カプセル内視鏡はハードの面でもソフトの面でも日進月歩であり、既に欧米では第2世代の食道用、小腸用、大腸用カプセル内視鏡が実用化され使用され始めている。今後、カプセル内視鏡の検査法や読影法なども変化していく可能性が高いが、出血性小腸疾患をより早く確実に診断するという目標を忘れずに日々研鑽を積み重ねることが重要である。

文 献

- 1) Raju GS, Gerson L, Das A, et al. American Gastroenterological Association (AGA) Institute medical position statement on obscure gastrointestinal bleeding. *Gastroenterology* 133 : 1694-1696, 2007
- 2) 中村哲也, 寺野彰. 原因不明消化管出血. 別冊日本臨牀 新領域別症候群シリーズ No.12 消化管症候群(第

2版)下. 日本臨牀社, 381-384, 2009

- 3) Cave D, Legnani P, de Franchis R, et al. ICCE consensus for capsule retention. *Endoscopy* 37 : 1065-1067, 2005
- 4) ギブン画像診断システム(医療機器承認番号21900BZY00045000)添付文書, 2007
- 5) オリンパスカプセル内視鏡システム(医療機器承認番号22000BZX01300000)添付文書, 2008
- 6) Korman LY, Delvaux M, Gay G, et al. Capsule endoscopy structured terminology (CEST) : proposal of a standardized and structured terminology for reporting capsule endoscopy procedures. *Endoscopy* 37 : 951-959, 2005

Summary

Diagnosis of Mid GI Bleeding by Capsule Endoscopy

Tetsuya Nakamura ¹⁾, Takeshi Oinuma ²⁾,
Akira Terano ³⁾

Two types of capsule endoscopy (PillCam™ SB (Given® Imaging), Endo Capsule (Olympus)) are permitted for obscure GI (gastrointestinal) bleeding after upper and lower GI examination in Japan. In this paper, we described the system, mechanisms and procedure of these capsule endoscopies. In addition, we introduced CEST (capsule endoscopy structured terminology) and our reading method for diagnosis of mid GI bleeding using PillCam™ SB and RAPID® 5 Access.

- 1) Department of Medical Informatics, Dokkyo Medical University School of Medicine, Tochigi, Japan
- 2) Department of Gastroenterology, Dokkyo Medical University School of Medicine, Tochigi, Japan
- 3) President, Dokkyo Medical University, Tochigi, Japan

MEDICAL BOOK INFORMATION

医学書院

内視鏡所見のよみ方と鑑別診断 第2版

下部消化管

多田正大・大川清孝・三戸岡英樹・清水誠治

●B5 頁356 2009年
定価12,600円(本体12,000円+税5%)
[ISBN978-4-260-00695-8]

経験豊富な内視鏡医は内視鏡画像の何を見て、どうよむのか? 日々実践している内視鏡診断の実際から書き下ろされた、所見を捉えて診断へと至るアプローチ・考え方が本書の中にはぎっしりと詰まっている。美麗かつ多彩な1,200枚を超える内視鏡写真を収載した本書を使い込むことによって、自信をもって鑑別診断できるプロフェッショナルの技を極められるだろう。

カプセル内視鏡の現状と将来展望

中村 哲也*1 生沼 健司*2 寺野 彰*3

要旨 2001年に欧米で臨床応用が始まったカプセル内視鏡は、その後急速に発展し、食道用、小腸用、大腸用のカプセル内視鏡が実用化されている。わが国では小腸用カプセル内視鏡のみが保険適用であるが、最近第二世代小腸用カプセル内視鏡PillCam® SB 2が使用できるようになった。これとFICE (flexible spectral imaging color enhancement) を搭載した新しいソフトウェアとの組み合わせによって、診断能が格段に向上すると思われる。さらに第二世代大腸用カプセル内視鏡PillCam® COLON 2は、2方向で360度近い撮影範囲をもち、カプセルが遅く通過する際には少なく、早く通過する場合には多く(最大1秒35枚)画像を撮影することができるため、消化管検診への応用が期待される。iPillなどの新しいカプセル型機器も開発され、消化器内視鏡の分野で今後カプセル内視鏡が主役になる可能性が高い。

key words: カプセル内視鏡, CEST, 消化管検診

はじめに

カプセル内視鏡とは、被検者に飲み込まれたカプセル型の小型内視鏡が消化管の蠕動によって進みながら消化管内腔を撮影する新しい検査法である。

イスラエルのGiven Imaging Ltd.(以下、Given)によって世界で初めて開発された小腸用カプセル内視鏡PillCam® SB(図1)は、2001年に欧米で認可され臨床応用が始まった¹⁾。その後の発展速度は著しく、2009年末までに第二世代の食道用、小腸用、大腸用カプセル内視鏡が実用化されているほか、カプセル内視鏡関連機器やソフトウェアの開発、改良も目覚ましい²⁾。

一方、カプセル内視鏡の登場によって「消化器内視鏡が変わる」とまで期待されたわが国では、まだまだ現状とのギャップがあると言わざるを得ない。

本稿では、まずわが国におけるカプセル内視鏡の

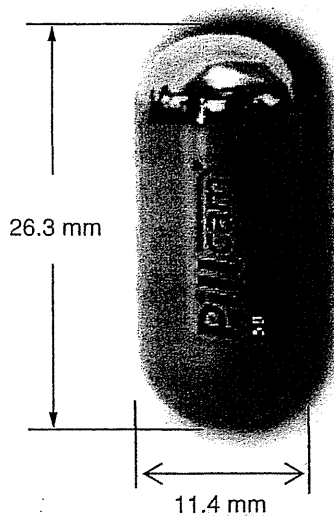


図1 PillCam® SB

現状について概説し、カプセル内視鏡を用いた消化管検診の可能性について言及する。さらに、カプセル内視鏡関連用語について解説した後、最新のカプセル内視鏡および治療を目的としたカプセル型機器について紹介し、カプセル内視鏡の将来展望を述べたい。

*1 獨協医科大学医療情報センター *2 同 消化器内科

*3 獨協医科大学学長

[〒321-0293 栃木県下都賀郡壬生町北小林880]



図 2 PillCam® SB 2

I. カプセル内視鏡の現状

1. わが国の現状

2009年末時点において、わが国で使用可能なカプセル内視鏡は、GivenのPillCam® SB(図1)とオリンパスメディカルシステムズ社が開発したEndo-Capsuleの、2機種の小腸用カプセル内視鏡のみである。前者は2007年10月から、後者は2008年10月から、上部および下部消化管の検査(内視鏡検査を含む)を行っても原因が不明の消化管出血に対して保険適用になっている^{3,4)}。しかしわが国では、2003年からダブルバルーン内視鏡の市販が始まって先に普及していたこと、小腸疾患は少ないという先入観が根強いこと、内視鏡技術を伴わず読影時間が長いカプセル内視鏡に対する偏見などから、カプセル内視鏡が十分普及しているとは言い難い。

2. 海外の現状

韓国製(MiroCam)や中国製(Omom)の小腸用カプセル内視鏡が臨床応用されているほか、Givenは食道用、小腸用、大腸用カプセル内視鏡の第二世代モデルを実用化しているだけでなく、消化管開存確認用のダミーカプセルであるpatency capsuleにも改良を加えAgile Patency Capsuleとして販売している²⁾。

イスラエルなど海外で開発された機器がまずヨーロッパのCEマークを取得し、次にアメリカのFDA(food and drug administration)に認可されている。

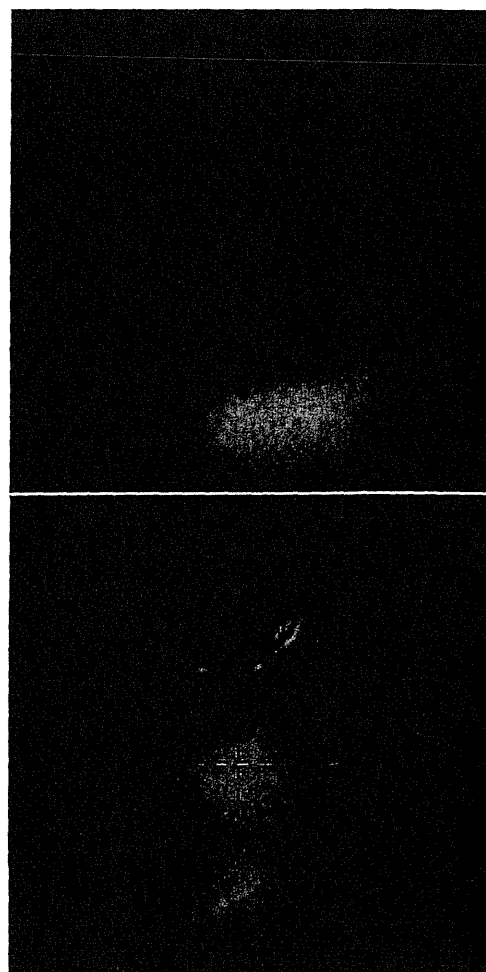


図 3 視野角

- a. PillCam® SB: 140°
- b. PillCam® SB 2: 156°

わが国は、その後で薬事審査を受けるという現状になっている。

3. 最近のトピックス

2010年2月から、わが国でも第二世代小腸用カプセル内視鏡PillCam® SB 2(図2)の販売が始まった。これはPillCam® SBと同じ大きさ、形をしているが透明ドームが大きくなり、画像の形がファイバースコープに似た円形から電子スコープに似た形状に変わり(図2)、視野角も140度が156度に拡大した(図3a, b)。さらにレンズの改良や自動調光機能の追加などによって画質が向上し、かつ遠景も明るく撮影されるようになった(図3b)。読影用のソフトも改良されて現行のRAPID®(reporting and processing of images and data)⁴からRAPID®5となり、富士フイルムメディカル社が開発したFICE(flexible spec-

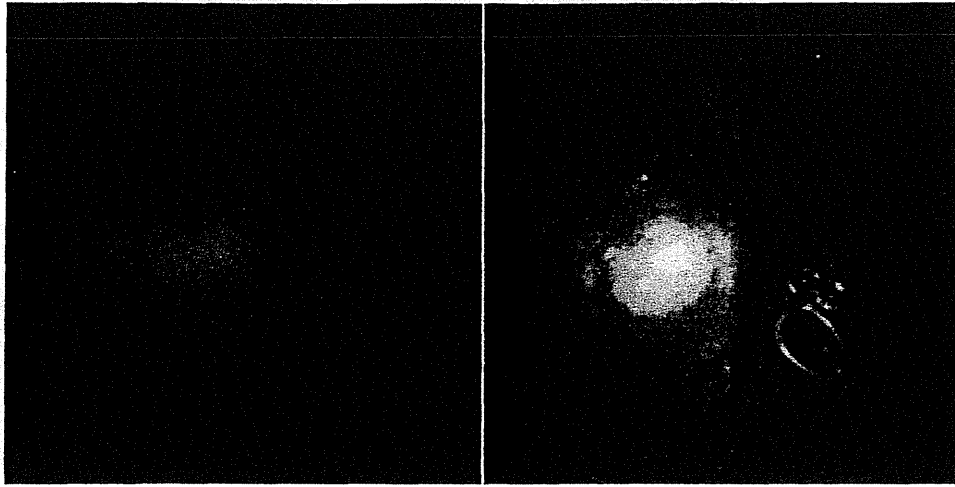


図4 PillCam®SB 2とRAPID®6による食道画像
a. 通常画像 b. FICE画像

tral imaging color enhancement)を搭載したRAPID®6も一部の施設において臨床検討が始まっている。

また、RAPID®リアルタイムの販売も始まり、カプセル内視鏡画像がその場で観察できるようになっている。

II. カプセル内視鏡による検診の可能性

カプセル内視鏡は、被検者にとってほとんど苦痛がなく、検者の特別な技術が不要であるため、消化管のスクリーニングや検診への応用が期待されている。

筆者らは、厚生労働科学研究費補助金(がん予防等健康科学総合研究事業)「新しい診断機器の検診への応用とこれらを用いた診断精度の向上に関する調査研究」の分担研究として、食道用カプセル内視鏡を用いた上部消化管検診の検討を行ってきた(本号、生沼健司論文参照)。

その結果、小腸用カプセル内視鏡を用いた場合でも、食道用カプセル内視鏡に準じた検査法を行えば、食道や胃などの病変も観察が可能になることに気がついた。

以下に最近経験した症例を呈示して、カプセル内視鏡による消化管検診の可能性について言及したい。

〔症例〕60歳代、男性

下血のため2回輸血した既往があるが、現在貧血はなく特に症状もない。上部消化管内視鏡で食道粘

膜下腫瘍を、大腸内視鏡検査で小さな大腸ポリープを指摘されたが、輸血を必要とするほどの消化管出血の原因が不明のため小腸精査目的で紹介された。

当大学生命倫理委員会で承認された自主臨床研究「第二世代小腸用カプセル内視鏡による消化管検診の検討」について説明した後、文書による同意を得て検査を行った。食道用カプセル内視鏡の検査法に準じてPillCam®SB 2を嚥下させ、RAPID®リアルタイムで観察しながら体位変換を行った。カプセル嚥下後、約30分でRAPID®リアルタイムを外して自由行動とし、嚥下2時間後には飲水可、4時間後には食事可とした。昼食後たまたま下痢になり、カプセル嚥下後約5時間40分で排便とともにカプセルが排出され、検査終了となった。

本症例の食道、胃、小腸、大腸のカプセル内視鏡画像をそれぞれ図4~7に示す。食道の隆起性病変は、まずRAPID®リアルタイムで確認され(図4a)、検査終了後にRAPID®6のFICE画像で再確認したところ、表面を血管の乏しい食道扁平上皮で覆われた粘膜下腫瘍が疑われた(図4b)。この病変は、前医で指摘された食道粘膜下腫瘍と考えられた。

胃では、RAPID®リアルタイムで慢性胃炎と考えられる背景のなかに小さなポリープを認め(図5a)、検査終了後にRAPID®6のFICE画像で再確認したところ、ポリープ表面の血管構造が明瞭になり、腺窩上皮型の過形成性ポリープが疑われた(図5b)。