

内視鏡医療の更なる発展



東京慈恵会医科大学 先進内視鏡治療研究講座教授
日本消化器内視鏡学会理事長

田尻 久雄 (たじり・ひさお)

1976年 北海道大学医学部卒業
1976年 北海道大学医学部附属病院第2内科研修医
1977年 (財)癌研究会附属病院内科
1981年 国立がんセンター中央病院消化器科医員
1990年 防衛医科大学校第2内科講師
1995年 国立がんセンター東病院内視鏡部長
2001年 東京慈恵会医科大学内視鏡科教授
2004年 東京慈恵会医科大学附属病院副院長
2005年 東京慈恵会医科大学内科学講座 消化器肝臓内科 主任教授
2012年 東京慈恵会医科大学 内科総括責任者
2015年 東京慈恵会医科大学 先進内視鏡治療研究講座教授(現任)

主な学会活動等

日本消化器内視鏡学会理事長、日本消化器関連学会機構(J-DDW)理事、アジア太平洋消化器内視鏡学会(APSDE): Vice President、日本消化管学会理事、日本成人病(生活習慣病)理事、日本カプセル内視鏡学会監事、日本門脈亢進症学会監事、Japan Consortium for Advanced Surgical Endoscopy (J-CASE) 代表世話人、日本内科学会評議員、日本消化器病学会財団評議員、日本胃癌学会評議員 等

Q:さまざまな医療機器がある中で、なぜこれほど消化器内視鏡が発展してきたのでしょうか?

A:内視鏡の歴史は、1950年代に開発された胃カメラの臨床応用に始まり、1960年代は、見逃しが無いように、くまなく「見る」時代でした。その後、ファイバースコープ、電子スコープと10~20年の周期で新しい機器が開発されるとともに、内視鏡診断・治療学も進展を遂げてきました。それら機器の進歩や診断理論の構築と共に、それまでの「見る」から、むしろ、積極的な態度で病変をさまざまな側面から「観」て、治療する時代へと大きく進歩しました。私が内視鏡に携わるようになったのはファイバース

コープの時代からですが、他の医療機器による診断方法と比べて内視鏡の優位性は、生検による診断精度の向上や、処置具を使ったポリープの切除などの低侵襲治療まで行なえるようになった点だと思います。

電子スコープが開発されてから約30年が経過した現在では、病変の良性、悪性の診断のみならず、範囲、深さ、異型度などから、リアルタイムに治療方針を決定できるようになっています。

特に、最近10年の変革を振り返ると、電子スコープの特性に着目して、より自然な観察画像から目的に応じた観察波長を用いた画像強調観察システムが臨床応用され、その結果、新たな診断方法と診断論理が展開されるようになりました。その代表であるオリンパスのNBI (Narrow Band Imaging) 技術の普及によって、これまで難しかった粘膜表面の微細血管観察に基づく精緻な診断が可能になり、従来の内視鏡診断学を飛躍的に発展させ、多くのエビデンスと共に診断学的世界的な標準化に弾みをもたらしています。

このように、早期診断と低侵襲治療が同時に進んできた点こそ、内視鏡が普及、発展してきた最大のポイントだと思います。

Q:多くの医療機器や診断・治療方法が欧米を中心に発展してきた中で、なぜ消化器内視鏡は日本を中心に発展してきたのでしょうか?

A:消化器内視鏡のメーカーはオリンパスを含め、世界市場のほぼ100%近くを日本の企業が開発、製造しています。そのような圧倒的な技術基盤が日本にあることに加えて、日本内視鏡学会の前身である胃カメラ研究会の時代から、メーカーのエンジニアと創生期の内視鏡医たちが一緒に研究会を作って、お互いに切磋琢磨しながら新しい内視鏡の技術開発に携わって、普及の努力をしてきたというのは、世界のどこを探してもなかったのだと思います。

私の場合もそうですが、常にメーカーのエンジニアと議論して、「次にどのようなものが求められるか?」、「どのような改良、改善をするか?」など、長い間に渡ってお互いに意見をぶつけあってきたのが、今日の発展につながっているのだと思います。

先日、福島県にある内視鏡工場の会津オリンパスを見学する機会がありました。一日中、顕微鏡をのぞきながら、レンズやネジ、そしてファイバーに至るまで、一点、一点をミクロの精度で、ほとんど手作業で製品が作られている過程を見て、「内視鏡を作る高度な製造技術は日本だからこそできるのだ」と実感するとともに、まさに「内視鏡の魂」をみる思いがして大変感動しました。

長年に渡って蓄積された高い生産技術に加えて、匠の技を支えてきた日本人の特性も、内視鏡が日本を中心に発展してきた歴史と密接に関係していると思います。

Q:すでに十分な発展を遂げている現在の消化器内視鏡において、さらに改良されるべき点などはあるのでしょうか?

A:これまで、内視鏡はガンを中心に早期診断、低侵襲治療を追い求めてきて、確かに最新モデルの内視鏡では、より高解像度で精緻な画像にたどり着きました。しかしながら、まだまだ課題はあると考えています。一つは、内視鏡の「挿入性」や「操作性」をさらに改良していくことです。やはり、患者さんの事を考えると、できるだけ苦痛が少ない低侵襲な内視鏡が求められます。つまり、より細く、より小型化させながら、病変の死角を無くすような画角や高い解像度、そして、治療機能も同時に向上させていくことになるので、メーカーにとってはより高度な技術開発や製造技術が必要になると思います。

もう一つは、高度なイメージング技術を使った新たな内視鏡です。今でも、内視鏡の拡大機能とNBI機能によって、人間の目で見える2ミリ程度の病変であれば、良性か悪性かという病理学的な診断が分かるようになってきて

います。今後、「ミリ単位」ではなく分子レベルのリアルタイム診断を可能にするイメージング技術を搭載した新たな内視鏡が開発されれば、真の意味で診断と治療が融合した早期診断、低侵襲治療が実現できると思います。これにはイメージング技術の進歩が欠かせませんので、メーカーの技術陣には大いに期待しているところです。

Q:中長期的な観点で、次世代の消化器内視鏡に期待される技術はどのようなもののでしょうか?

A:内視鏡の技術が発展してきた歴史を振り返ってみると、1970年代のポリペクトミー、1980年代のEMR、2000年代のESDなど、おおよそ約15年周期で内視鏡による治療方法のイノベーションが起きています。つまり、直近のイノベーションであるESDの開発から既に15年程度が経過していますので、より安全で、より効果的な新技術が変革をもたらすタイミングに近づいていると思います。例えば、ロボティックテクノロジーを活用した内視鏡治療などは、その一翼を担う可能性があると考えています。

ロボティックテクノロジーというのは、ロボットが人間の体内に入って治療するものではありません。内視鏡医の考えや動きに合わせて、より正確で微細な動きをロボッ



ト技術がアシストすることで、これまで以上に高度で安全な医療行為が行なえるようになるのではないかと期待しています。

ただし、このような新しい技術が実際に製品化され、普及するまでに乗り越えるべき大きな課題があります。これまで、内視鏡の新たな技術は、われわれドクターと医療機器メーカーのエンジニアが常に「産学」一体となって開発してきましたが、今後は、これに厚生労働省などの「官」を加えて、お互いにしっかりと意見交換を行なっていくことが大事だと思います。日本から新しいイノベーションを生み出すために「産学官」が一体となって、規制緩和や保険償還も含めたさまざまな議論がなされ、次世代の技術を搭載した新しい内視鏡がスムーズに実用化されることを期待しています。

Q：消化器内視鏡のさらなる普及に向けて世界レベルの標準化を進めるためには、どのようなことが考えられるでしょうか？

A：内視鏡による早期診断、低侵襲治療をグローバルに普及させていくためには、日本や欧米といった先進国だけでなく、新興国も含めた世界レベルでの標準化と内視鏡医の育成を並行して進めていくことが重要だと考えています。今後、より早期のガンを発見・診断し、低侵襲で効果的な内視鏡治療に結びつけていくためには、正確で効率的なスクリーニング体制を構築し、グローバルスタンダードの確立に向けた標準化の取り組みを進めていく必要がありますので、まずは日本において、Japan Endoscopy Database (JED) という新たな取り組みをスタートさせました。これは、内視鏡診断と治療技術において世界最高水準にある日本の研究機関に蓄積されている内視鏡関連手技・治療情報を集計、分析することで、医療の質の向上に役立て、患者さんに最善の医療を提供することを目指すものです。世界で初めての試みであり、患者さんだけではなく医療を提供する側にとっても、大きな

利益をもたらすものと期待しています。

こうした標準化の動きに合わせて、欧米や新興国との合同シンポジウムの開催や、アジア諸国などの学会組織と連携したハンズオンコースなどの内視鏡指導についてもこれまで以上に積極的に行なっていきたいと考えています。

Q：オリンパスに期待することは何でしょうか？

A：オリンパスの医療事業が掲げる理念と、われわれドクターの考えは、医療の発展によって人々の利益に資するという点で共通しています。私たちドクターは、内視鏡という医療機器を使って、ハイリスクの患者さんを早い段階で見つけられるスクリーニング体制をどうやって構築するか、また、いかに低侵襲の治療を提供できるのかを日々追及しています。つまり、内視鏡医療というのは、われわれ、ドクターのものでも、医療機器メーカーのものでもなく、患者さんのためにあるという視点を持ち続けることが重要だと考えています。だからこそ、これからもオリンパスには患者さんにとってより良い内視鏡検査、治療を提供するための技術革新、開発・改良を私たちドクターと共にひたむきに続けていって欲しいと願っています。



開発者インタビュー「内視鏡が実現する早期診断」



オリンパス株式会社 医療第1開発本部
本部長

木村 英伸 (きむら・ひでのぶ)

1950年に世界で初めて胃カメラを実用化し、消化器内視鏡の世界シェア7割を持つオリンパスは、がんの早期診断という価値を提供し続けています。内視鏡による早期診断の意義や、製品の開発秘話、そしてオリンパスが目指す姿について、開発責任者である木村英伸がお話します。

がんで亡くなる患者を減らしたい

Q：まず、早期診断は医療においてどのような意義を持つのでしょうか。

A：一言で言えば、がんで亡くなる患者さんを減らすということだと思います。がんはご本人が苦しいのももちろん、周りのサポートするご家族の皆さんにとっても大きな負担になると思いますので、患者さんとそのご家族のQOL（Quality of Life：生活の質）を上げることが早期診断の一番の効果だと私は思っています。

もう一つ大きいのが医療費用の削減ですね。高齢化の中で社会保障のコストが増大している現状がありますので、そこへの効果は非常に大きいと思います。

Q：早期診断の重要性は以前から意識されていたのでしょうか。

A：そうですね。1950年に胃カメラの最初の実験機が作られ、実用的な内視鏡が誕生して以来ずっとだと思います。当時、診断もできないまま胃がんによって目の前で亡くなっていく患者さんが大勢いらっしゃったと思う

んですけれども、そういう人たちを助けたいという意識から、早期診断という所に繋がっていったのではないかと考えています。

Q：早期診断の手だてとしては、例えば血液検査など、内視鏡以外にもいろいろな方法があります。その中で内視鏡検査が持っている利点は何でしょうか。

A：例えば昔は、胃の診断はレントゲン検査が一般的だったと思います。しかし、レントゲンでは微細な早期がんを発見することは難しく、見つかった後の対応においても患者さんの負担が大きくなる場合があります。それが、内視鏡によって、微細な粘膜異常を診断し易くなり、早期発見が容易になることで、患者さんの負担の軽い処置で対応できるようになりました。

また、内視鏡であれば見ている箇所を採取することも可能です。それを顕微鏡で病理の先生方が見て、適切な診断ができるのも大きなメリットです。

Q：早期診断という価値を提供していく上で、まず検査を受ける人を増やしていく必要があるかと思えます。

A：そうですね。私も叔母を大腸がんで亡くしています。会うたびに内視鏡検査を受けようねと話していたんですけれども、それでもなかなか受けないんですよ。そうやって亡くなっていく患者さんがまだまだ多くいらっしゃると思うんです。ですから内視鏡を作るだけでなく、しっかりと啓発活動をして認知度を上げていくのは非常に重要だと思います。

もう一つは、内視鏡検査は苦しいから受けたくないとか、あるいはすごくお金がかかるんじゃないかというような不安をお持ちの方も多くいらっしゃると思います。そこを啓発活動の中で、最近の内視鏡検査はかなり苦痛が軽減されていますとか、どういう場合に保険が適用されて費用はどれくらいというように、広く内視鏡検査というものを正確に知ってもらうことも大切だと思います。



医師と共に内視鏡を進化させてきた

Q：オリンパスは現在、全世界で消化器内視鏡シェアの7割以上を持っています。オリンパス製品がこれだけ幅広く受け入れられている理由はどこにあるのでしょうか。

A：まず、オリンパスが胃カメラを最初に実用化し、それを医師と一緒に進化させてきたということがあると思います。内視鏡はとても繊細な操作を必要とする機械ですが、その繊細な操作性は我々が医師と相談しながら細かい仕様を改良する長年の積み重ねによってできたものですから、他社製よりも私どもの製品を選んでいただけているものと思っています。

Q：改良を重ねた内視鏡も年々進化してきています。その中でも特に大きな変化があったのはどういった点ですか。

A：大きな変化点は2つあります。まずは胃カメラからファイバースコープになったとき。そしてファイバースコープからビデオスコープになったときが大きなイノベーションであったと言われています。

胃カメラの時代は、胃の中が見えない状態で写真を撮って、後でその写真を見て診断していました。これがファイバースコープになると、医師が胃の中を直接見ることができます。怪しいところがあればさらに寄って観察したり、その組織を採取することもできるようになりました。

その後ビデオスコープになると、いろいろな人が一緒に画像を見ることができるようになりました。これも大きな変化です。例えばスペシャリストの先生が診断をしながら若い医師を指導することもできます。様々な知識を持った先生方が集まってリアルタイムで画像を見なが

ら議論をすることもできます。これによって診断精度の向上や内視鏡医のスキル向上、医学の発展に大きく貢献したと思います。

コンセプトは「使いやすさ」「高診断」「信頼性」

Q：主力の内視鏡システムについて伺います。海外向けの「EVIS EXERA III」、国内向けの「EVIS LUCERA ELITE」の製品開発における、具体的な開発目標をお教え下さい。

A：コンセプトとしては、「使いやすさ」と「高診断」、そして「信頼性の向上」という、大きな3つの柱を持っていました。

使いやすさというのはすごく重要で、医師のニーズも常に進化していく部分です。前機種からNBI（Narrow Band Imaging=狭帯域光観察）の機能を搭載し、この機能自体は大変高い評価をいただきました。一方で、NBIの光は通常光に対して、光が出る幅を狭帯域化、つまり絞っていくので、出てくる光の総量が少なくなります。そうすると必然的に画像が暗くなる。これをもう少し明るくして使いやすくしてくれないかというご要望がありました。これは物理的にどうしても暗くなってしまふものなので難しいチャレンジでしたが、開発者たちのアイデアで克服できました。

Q：オリンパス独自の技術であるNBIが使いやすさの点で進化したということですね。次に高診断です。これは診断性能の向上を意味するのですか。

A：はい、画質をどうやって上げていくかということです。一つ前の機種で初めてハイビジョン画質の機種を投入したのですが、これは一部のハイエンド製品のみでした。それで多くの医師から、ハイビジョンはすごく綺麗に見えるという高評価をいただいております。できればもっと広く多くの製品、特に細いスコープにもハイビジョンを適用してほしいとのご要望がありました。そこで、今回はスタンダードな機種のラインナップをすべてハイビジョン化しようと開発に取り組みました。

画像を高精度化していくと、レンズのちょっとした傷であるとかごくわずかな汚れなどの、今まで見えなかったものが見えてきてしまい、この微細なものが綺麗な画面の中で目立ってしまうんです。したがって、レンズの加工や良品・不良品を判断する品質管理などの製造部門でも、高精度の部品を加工し組み立てる技術及び設備、さ

らに製品の品質をチェックするための検査装置や規格などの開発に取り組んでもらいました。

Q：信頼性の向上とは具体的にはどういうことですか。

A：内視鏡が壊れない、いつでも適切な検査ができるということです。内視鏡は検査後の薬品による消毒の際、今までは壊れないように電気コネクタを守るための防水キャップを付けていました。しかし、多忙な看護師さんや内視鏡技師の方々がそれを忘れてしまうケースがあり、そうすると内視鏡が壊れてしまいました。キャップを付ける必要もなく簡単に消毒できるようになれば、看護師さん等は取り扱いが楽になりますし、病院も修理の負担が軽くなるということで、今回は完全防水を目指して開発しました。開発中に多くの看護師さん等から意見を伺ったところ、非常に評判が良かったです。

内視鏡診断のさらなる広がりを目指して

Q：内視鏡診断の今後の発展に対して、オリンパスには何が期待されているとお考えですか。

A：これまで、消化器内視鏡はがんの早期発見を目的として開発されてきましたが、実はそれ以外にも広く使える医療機器だと考えています。例えば、食道の嚥下（えんげ）障害に対する内視鏡の手術として、POEM（Per-Oral Endoscopic Myotomy）という手技が開発されています。これはがんではなくて機能障害を内視鏡で発見して処置をするものです。このように利用される分野を広げていくことも、今後の内視鏡に期待されている点であると思っています。

Q：今後という意味で、新興国における内視鏡検査についても教えてくださいませんか。新興国にはまだ内視鏡が普及しきっていないと思うのですが。

A：そうですね。新興国においても内視鏡検査自体は手段として存在はしているのですが、多くの人たちが受診できるところまで広がってきてはいないのが課題です。早期段階で十分な診断が行われないまま亡くなられてしまう患者さんもうらっしゃるわけです。

そういった方々を助けていかなければいけないという使命が、オリンパスにはあると思います。中国ではトレーニングセンターを作って先生方が内視鏡の使い方を訓練する場を提供していますし、インドでも現地法人がしっかりとサポートをして、内視鏡の普及に努めています。

以前、新入社員の面接官を担当した際に、ある学生さんに「あなたはなぜオリンパスを希望したのですか」と質問をしました。その学生は、世界の人口が70億人いる中で7割のシェアを持つということは、50億人の病気に対する責任をこの会社は持っているんだと。そういう会社だから自分もその会社に入って一緒にやっていきたいと答えました。私は、学生さんに仕事の責任の重さを教えられ、言葉に詰まりました。目に見えている範囲だけで技術開発を行っているのは駄目で、世界中で通用する内視鏡をどうやって作り上げてゆかかをしっかりと考えなくてはと肝に銘じました。

Q：世界シェア7割と言っても、現状では日本、欧米といった先進国が市場の大半を占めているわけで、そこから新興国も含めた世界中全体の7割を目指していかなければいけないということですね。

A：はい。当然、各地域の医師としっかりコミュニケーションを取りながら、各国の内視鏡医療の普及に寄与する製品仕様も取り込んでゆかなくてはならないと考えています。もしかすると、今ある内視鏡とは違った方向性のものを開発する必要性が生じる可能性もあります。そういった現場のニーズをくみ取る活動を通じた、新興国へのアプローチは今後非常に重要になってくると思っています。



内視鏡の歴史とオリンパス

ルーツは古代ギリシャ

「人間の体内をこの目で見たい。生命の神秘を解き明かしたい」。古来、医学の分野では、体内を観察する方法が探求されてきました。その歴史は、紀元前4世紀、古代ギリシャで医聖ヒポクラテスが活躍した時代にまで遡ります。当時は馬が主要な交通手段で痔を患う人が多く、肛門の内側を観察する器械で、痔を焼いて治していたようです。これが、内視鏡のルーツと言われています。

近代的な内視鏡は、ずっと時代を下り、ドイツの医師ポッチニが1805年に製作した「導光器」から始まります。ランタンのような外観で、金属製の筒を尿道や直腸、咽喉に挿入し、ランプの光で観察する仕組みでした。

フランスで「内視鏡」命名

1853年にはフランスの医師デソルモが尿道や膀胱を観察する器具を製作。初めて、「エンドスコプ（内視鏡）」と名付けました。

ドイツの大道芸人で検査

世界で初めて、胃の観察に成功したのは、ドイツの医師クスマウルです。1868年、デソルモの内視鏡を発展させ、医療器械店に長さ47cm、直径13mmの金属管を作らせ、剣を呑む大道芸人の検査に用いました。

しかし、ランプの光では量が不足し、体内を十分に照らし出すことができません。そのため、内視鏡の実用化には、電気照明の登場を待つ必要がありました。

1879年にドイツの医師ニツェとオーストリアの電気技師ライターが電気照明を光源とした膀胱鏡、その後、食道鏡と胃鏡を作ります。1881年にはライターの協力を得たポーランドの医師ミクリッチにより、先端部の3分の1を屈曲した硬性胃鏡が作られました。

より、実用的な胃鏡は1932年に登場します。ドイツの医師シンドラーが開発した軟性胃鏡です。長さ75cm、直径11mmで先端の3分の1がある程度曲がります。ただ、いずれの内視鏡も、金属の管を体内に挿入するため、患者の苦痛が大きく、臓器を突き破るなどの

事故の恐れもあり、戦前までは、欧州や日本の一部で普及するのにとどまりました。

胃カメラの構想

それに対し、やわらかい管の先端部に超小型カメラを装着し、消化器内を撮影する胃カメラの構想が、欧米で19世紀末に浮上します。1898年にドイツの医師、ラングとメルチングが開発を発表しましたが、得られた画像は不鮮明で、実用化には至りませんでした。

オリンパス、世界で初めて実用化

世界で初めて、胃カメラの実用化に成功したのは、オリンパスです。1949年、「日本人に多い胃がんを何とか治したい」という東京大学附属病院・小石川分院外科の宇治達郎医師からの依頼で、オリンパスの技術陣が胃カメラの開発をスタートしました。胃の中を明るく照らす超小型電球、広い範囲を映し出す広角レンズ、フィルム巻き取り装置、体内に挿入する蛇管部分の素材

胃カメラの「生みの親」と「育ての親」

東大分院外科で林田健男助教授の支援の下、宇治医師がオリンパスの技術陣と試作した胃カメラは、1952年「ガストロカメラ1型(GT-I)」として発表されました。しかし、初期の製品は故障が多く、撮影術も確立していなかったため、なかなか普及にまでは至りませんでした。胃カメラ事業も赤字が続き、オリンパス社内でも、このまま事業を継続すべきか、議論があったようです。

そうした中、胃カメラの可能性に着目し、普及に尽力したのが、東大本院第一内科(田坂内科:田坂定孝教授)第8研究室です。

田坂内科では、まず、ユーザーの立場から故障対策を助言しました。さらに大きな課題だったのが、胃内の撮影技術の確立でした。胃カメラは、ファイバースコープとは違い、医師が胃の中を直接確かめることは出来ません。手探りの中で、良好な画像を得るのが非常に難しかったのです。



臨床試験に臨む宇治医師(中央)



世界初の実用的な胃カメラ



ファイバースコープ



ビデオスコープ

選びなど、様々な要素技術の開発を重ね、1950年に試作機の開発に成功しました。その後も、医師との二人三脚で機器の改良は急ピッチで進み、消化器疾患の診断術も飛躍的に発達しました。

ファイバースコープの登場

しかし、胃カメラにも問題点はありました。胃鏡と違い、胃の中を直接、リアルタイムに見ることができないのです。その問題を解決したのが、1957年に登場したファイバースコープでした。

オリンパスは、1964年に撮影画像が鮮明な胃カメラの強みを活かしたファイバースコープ付き胃カメラを発売し、高い評価を得ました。ファイバース

コープは、直径が8ミクロンと髪の毛の10分の1の極細のガラスファイバーを数万本束ね、画像を光学的に送るもので、スコープ本体が柔軟に曲がります。医師の目で体内を直接、確認できるため、検査に必要な技術が簡単になり、急速に普及しました。診断領域も食道、十二指腸、大腸、気管支、胆道や外科領域と大きく広がりました。

さらに、大きなメリットは、治療が可能になったことです。体内を観察しながら、鉗子チャンネルから挿入した処置具で病変の手術をすれば、体の表面にメスを入れることなく、低侵襲の手術が可能になりました。

ビデオスコープで新時代に

1983年に米国でビデオスコープが登場します。オリンパスは満を持して1985年に発売しました。先端部に撮像素子であるCCD (Charge Coupled Device: 電荷結合素子) が組み込まれ、その信号をビデオ信号に変え、テレビモニターに表示します。複数の医師や医療従事者で共有できるようになり、診断の精度が飛躍的に向上しました。

その後も、画像のハイビジョン化、NBI (Narrow Band Imaging) : 狭帯域光観察による腫瘍の診断など、様々な技術的進展がありました。これによって、内視鏡の治療面での応用も加速しています。

そこで、胃カメラと胃の中の各部位の位置関係を探るため、X線を使い、一例ごとに胃カメラの挿入度合い、軸のひねり具合、胃への送気量などを記録するなど、気の遠くなるような作業を繰り返しました。こうして1956年頃に撮影術が確立します。

田坂内科が中心となって設立した「胃カメラ研究会」(現日本消化器内視鏡学会)の役割も忘れることは出来ません。1955年に第1回胃カメラ研究会が開かれ、胃がんを中心に研究報告がされました。1958年の第5回研究会では、発表が16題、出席者も200人を超え、臨床への応用が進みました。

メーカーであるオリンパスとの間では、1955年に技術連絡会(後のガストロカメラ推進連絡会)を設置。毎月1度、故障対策や機器の改良について意見交換がされました。こうした取り組

みが、胃カメラ普及の原動力となったのです。

胃カメラにとって、東大分院外科が「生みの親」とすれば、田坂内科は「育ての親」と言えるでしょう。



第1回胃カメラ研究会(壇上は田坂教授)

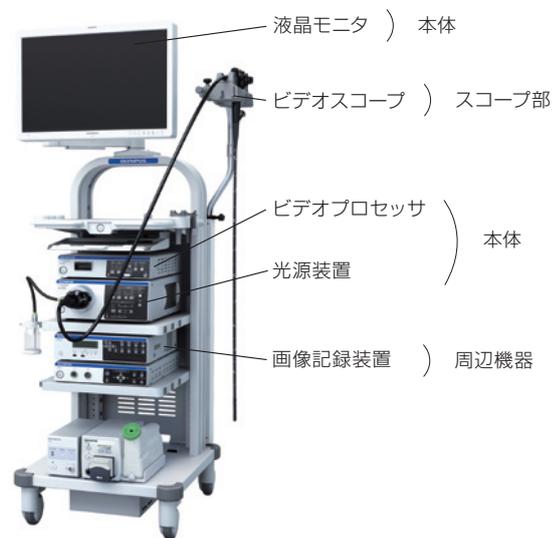
内視鏡の構造と仕組み

内視鏡のタイプ

内視鏡は大きく分けると、口、鼻、肛門、尿道など自然の開口部から挿入するタイプと、体表に小さな穴を開けて挿入するタイプの2種類があります。前者は主に内科医が、後者は主に外科医が使用します。オリンパスが世界で初めて実用化した胃カメラとそれに続く消化器内視鏡は、前者に相当し、内科の分野で使われてきました。

内視鏡システムの構成

胃や大腸などの検査に使う消化器内視鏡は、現在、先端部に撮像素子（主にCCD）を搭載したビデオスコープが主流です。ビデオスコープシステムは、①口や鼻、肛門から挿入し、体内を観察するスコープ部分、②スコープに光や空気、水を供給したり、画像を表示する本体部分及び周辺機器——から構成されます。



ビデオスコープシステム

スコープの構成

スコープは、操作部、挿入部、接続部の3つの部分からなります。

操作部

操作部のアングルノブはワイヤで内視鏡先端部とつながっています。アングルノブを回すことにより、スコープ先端の湾曲部が上下、左右に曲がり体内への挿入を容易にするほか、体腔内を360度観察できます。

また、吸引ボタンと送気・送水ボタンがついています。ボタンを操作することで、空気や水を送り込んだり、吸引します。操作部の根元には、鉗子チャンネルがあり、ここから処置具を出し入れます。

挿入部

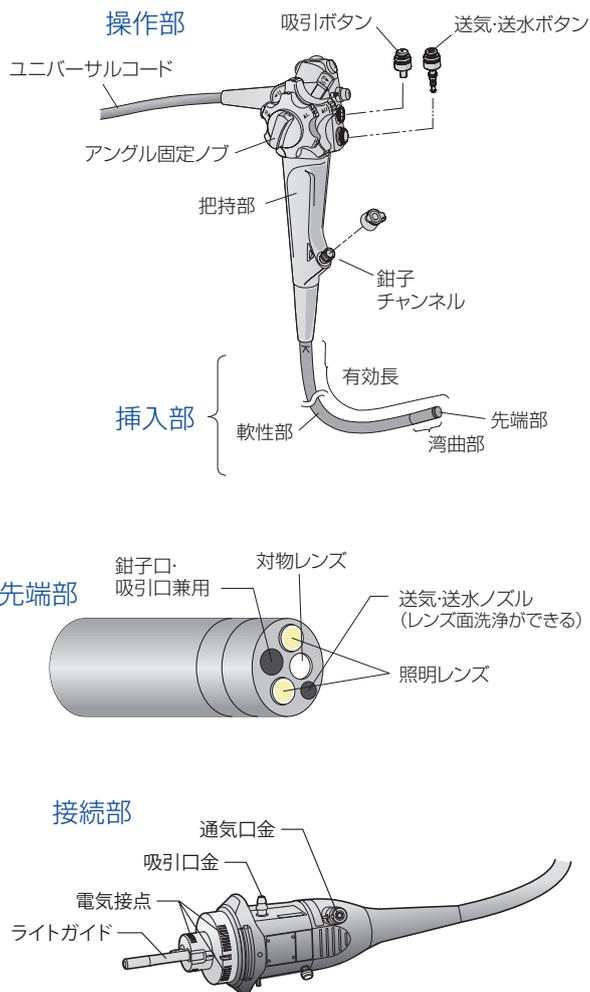
挿入部の先端部は、主に①対物レンズと撮像素子、②光源装置からの光で体内を照らす照明レンズ、③処置具の出し入れと吸引口を兼ねた鉗子口、④水や空気を送り出すノズル、の4つから構成されます。

対物レンズは標準仕様が超広角レンズです。病変をより詳細に観察するため、拡大ズーム機能がついたものもあります。最新の機種は高精細のハイビジョンに対応しています。

照明レンズは、ファイバーバンドル（光ファイバー）で導かれた光源装置の光で体腔内を明るく照らし出します。鉗子口から処置具を出し入れし、組織を採取したり、病変を切り取ったりします。ノズルは、レンズ部分に水をかけ、洗浄するほか、空気を送り込み体腔内を膨らませる機能があります。

接続部

接続部は、ユニバーサルコードを通じて、ビデオプロセッサ、光源装置とつながります。空気や水の供給もここを通じて行います。



本体と周辺機器の構成

本体と周辺機器は、①ビデオプロセッサ、光源装置、テレビモニタの本体部分、②画像記録装置などの周辺機器からなります。

ビデオプロセッサは、スコープ先端部の撮像素子が捉えた電気信号を映像信号に変換し、液晶モニタに映し出します。最新の機種はハイビジョンのほか、色彩強調、狭帯域光観察など様々な画像処理に対応しています。

光源装置は、キセノンランプで自然光に近い光を発生させ、スコープ内のグラスファイバーバンドルを通じて、スコープの先端部に光を送ります。ビデオプロセッサと連動し、自動調光（明るさを自動的に調整する）機能がついています。オリンパスの場合は、NBI（Narrow Band Imaging）：狭帯域光観察をはじめ、光デジタル法による画像強調観察ができるのが特徴です。光源装置は、水や空気を送るポンプも内蔵しています。

画像記録装置では、高精細な内視鏡画像（動画／静止画）の記録・管理・編集にいたる一連のプロセスを円滑に行います。



ビデオプロセッサ



光源装置



画像記録装置

画像強調観察とNBI

オリンパスが1950年に開発した胃カメラは、早期胃癌の診断学を大きく発展させました。その後の研究の積み重ねにより、消化器内の粘膜表面の微妙な色の変化により、早期の病変が発見できることが分かってきました。

そうした中、病変の疑いのある粘膜に色素を散布し、早期の病変を発見する「色素法」が1970年代以降急速に普及しました。

オリンパスは、この原理を発展させ、光学的な手法により病変部を浮かび上がらせる技術を開発しました。それが、NBIに代表される「光デジタル法による画像強調観察技術」です。

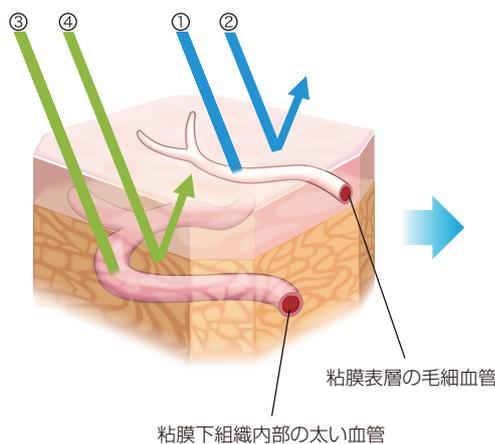
NBI（Narrow Band Imaging）：狭帯域光観察

がんなどの腫瘍は、細胞を増殖させるため、毛細血管を使ってエネルギーを集めます。血管がない場合は、自分で作ります。この現象は、「血管新生」と言われます。

一方、狭い帯域の青い光は、血管中のヘモグロビンに強く吸収される性質があります。

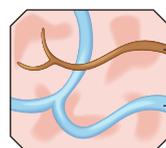
NBIは専用の光学フィルタにより、光のスペクトラムを狭帯域化します。ヘモグロビンに強く吸収される波長で粘膜表面の毛細血管を浮かび上がらせることで、病変部を見つけ出します。

通常光の内視鏡の「色素法」に似ていますが、NBIは光学的な手法であるため、粘膜の状態の影響を受けにくく、色素散布の手間もありません。



- ① 青色の光：組織の浅い部分にある毛細血管中のヘモグロビンに強く吸収され反射しません
- ② 青色の光：粘膜表層で強く反射します
- ③ 緑色の光：深部の血管中のヘモグロビンに強く吸収され反射しません
- ④ 緑色の光：深部の粘膜下組織内部で強く反射します
- ⑤ 反射した光と反射しない光を統合し判別しやすく映像化します

⑤ NBIモード時のモニター画像



- 茶色：粘膜表層の毛細血管
- 青色：粘膜下組織内部の太い血管

スコープの種類

オリンパスはスコープの使われる体の部位に応じて、様々なタイプのスコープを用意しています。

上部消化管用ビデオスコープ

上部消化管スコープは、挿入部の長さが主に1030mmで、食道から胃、十二指腸までを診ます。先端部は、正面にレンズが向いている直視型で、正面を観察するのに適しています。太さは、口から挿入する標準タイプで直径約10mm、鼻からも入れられる細径タイプで半分の約5mmです。



上部消化管用ビデオスコープ



左から:外径5.4mm、8.9mm、10.2mm

十二指腸用ビデオスコープ

十二指腸用スコープは上部/下部消化管用スコープと違い、先端部は対物レンズや照明レンズが側面に配置されている側視型です。これは、十二指腸経由で膵胆管を造影するERCP (Endoscopic Retrograde Cholangio Pancreatography:内視鏡的逆行性胆道膵管造影) や総胆管結石 (胆石) の除去を行うEST (Endoscopic Sphincterotomy:内視鏡的乳頭括約筋切開術) という手技に対応するためです。鉗子が側面90度を向くようにする起上装置が内蔵されています。長さは1240mmです。



十二指腸用ビデオスコープ



側視型光学系
(起上装置含む)

大腸用ビデオスコープ

大腸用ビデオスコープは、成人で長さが1.5mに達する大腸に対応するため、標準で1330mm、長尺タイプが1680mmと上部消化管用より長いのが特徴です。先端部は直視型です。大腸への挿入性を確保するために、挿入部の硬さが硬度可変ダイヤルで変えられるようになっています。直径も12mmと上部消化管に比べて少し小さくなっています。



大腸用ビデオスコープ



硬度可変ダイヤル

超音波ビデオスコープ

通常の内視鏡のほかに、スコープの先端部に超音波探触子 (プローブ) を装備した「超音波ビデオスコープ」があります。これは、超音波を使い、臓器の表面からは見えない、深い位置の病変部を発見するために用います。

消化管では、粘膜の下に隠れている腫瘍やがん、食道静脈瘤、胆道・膵臓では、がんや胆石、膵石の検査に使われています。

穿刺ができるタイプでは、目視できない粘膜下の腫瘍の診断、および、膵のう胞の診断や治療に使用されています。



超音波ビデオスコープ



超音波プローブ (ピンク部) と
穿刺針

呼吸器用ビデオスコープ

気管支や肺を診る呼吸器用スコープは、ビデオスコープ、ファイバースコープ、両方を組み合わせたハイブリッドスコープの3種類があります。口から入れて、細い気管支内腔を見ます。ビデオスコープは高解像度のCCDで鮮明な画像を得られます。ファイバースコープは先端が細く、気管支の末梢部（先端部）まで挿入できるのが特徴です。

ハイブリッドタイプは、先端部にファイバーを、手元操作部にCCDを内蔵したものです。ビデオスコープとファイバースコープ双方の利点を兼ね備えた、高い挿入性と高画質を両立しています。



呼吸器用ビデオスコープ



スコープ先端部

耳鼻咽喉用ビデオスコープ

耳、鼻、咽頭部を見るためのスコープです。最新のビデオスコープは超小型の高性能CCDを採用して、従来に比べ、画像の解像度を大幅に上げたのが特徴です。NBI観察も行えます。



耳鼻咽喉用ビデオスコープ



先端部に高性能CCD

泌尿器用ビデオスコープ

泌尿器スコープは、尿道から膀胱さらに尿管から腎臓を診るために用います。オリンパスは、ビデオスコープとファイバースコープの両方を用意しています。スコープ先端部の直径は3～5mm弱です。ビデオスコープは高性能CCDによる高解像度画像や、NBI観察にも対応しています。



泌尿器用ビデオスコープ



スコープ先端部

※耳鼻咽喉用及び泌尿器用スコープは、オリンパスでは外科内視鏡システムに接続して使います。

カプセル内視鏡

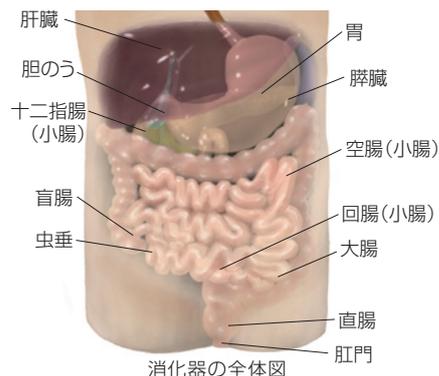
カプセル内視鏡検査は、小型カメラや照明を内蔵した錠剤大のカプセルを飲み込むことで、小腸全体の撮影を行う負担の少ない検査です。撮影画像は、カプセル本体から無線で患者さんが身に付けたアンテナユニットに送信され、順次受信装置に蓄えられます。撮影終了後、受信装置からパソコンへ画像データをダウンロードして、医師が画像を見て診断を行います。



※※実際のカプセルにはロゴが入っていません。

内視鏡が使われる消化器の部位

内視鏡はどのように使われるのでしょうか。そのためには、体の仕組みを知る必要があります。この章では、消化器とそれに関連した病気について解説します。

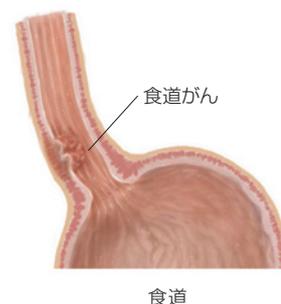


食道

主な機能 食道は、のど仏の下から胃の間にある縦2cm、横1cm、長さ24～25cmの楕円形の器官です。食道自体に消化する機能はありませんが、食物を蠕動(ぜんどう)運動(前進を伴う収縮運動)により、のどから胃に運ぶ働きがあります。

主な病気 食道の壁は、多層の粘膜や筋肉から形成されます。食道がんは、この一番内側の粘膜に発生します。「扁平上皮がん」と呼ばれ、日本人の食道がんの9割以上はこのタイプを占め、60～70歳の男性に多く発病します。飲酒やタバコの習慣がリスク要因とされています。

欧米では、「腺がん」といわれるがんがあります。欧米人の食道がんの6～7割を占めます。胃酸が食道に逆流し、食道粘膜が炎症を起こすバレット食道が原因と見られています。食生活の欧米化で、今後、日本でも増えてくる可能性があります。

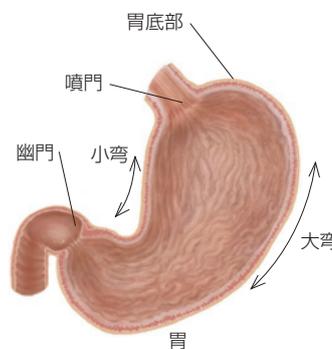


胃

主な機能 胃は、食道から続く消化器です。胃に入った食物は、胃液と混ざり、胃の表面にある縦走筋、輪走筋、斜走筋の3つの筋肉による縦、横、斜めの蠕動運動により、粥状(かゆじょう)になるまで消化されます。

胃壁は、ひだ状の粘膜となっていて、粘膜には胃液を分泌する穴がたくさん開いています。胃液は、消化酵素、塩酸、粘液の3つから構成され、一日に1.5～2.5ℓ分泌されます。

主な病気 胃がんは胃炎や萎縮を起こしている胃の粘膜から発生すると考えられています。胃の粘膜に萎縮が起こると、萎縮性胃炎となり、その後、腸粘膜に置き換わる「腸上皮化生」が発生、胃がんになることが分かっています。最近では、これにヘリコバクター・ピロリ菌が関わっていることが判明しています。ピロリ菌が胃粘膜の炎症を起こし、萎縮性胃炎や腸上皮化生を引き起こすと見られています。

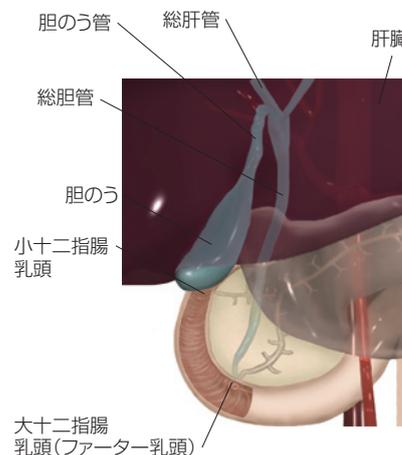


胆道

主な機能 肝臓で作られた胆汁は、胆のうで濃縮して蓄えられ、総胆管を通過して十二指腸に流れ込みます。胆のうと胆管を合わせて、胆道と言います。

胆管は、肝臓と十二指腸をつなぐ管で、その間には洋ナシに姿が似た胆のうがあります。肝臓からは、総肝管がとおり、途中で胆のう管と合流し、総胆管として十二指腸の大十二指腸乳頭(ファーター乳頭)につながります。肝臓で作られた胆汁は、胆のうで蓄積されます。食物が十二指腸に入ると、胆のうが収縮して胆汁が十二指腸に送り出されます。

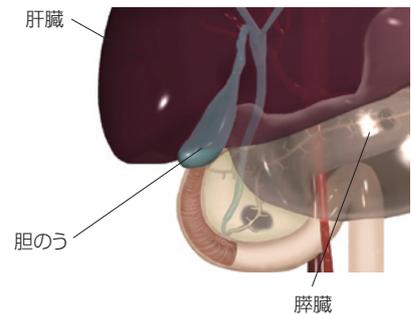
主な病気 最も多いのは胆道に石ができる胆石です。特に、胆のうにできる胆のう胆石が多くなっています。また、胆のうや胆管にできるがんを総称して「胆道がん」と言います。発生する部位によって「胆のうがん」と「胆管がん」に分かれます。胆道結石(胆石)と関連があることが分かっています。胆石が胆道を刺激して、炎症を起こし、それが長期化するとがんになると考えられています。



すいぞう 膵臓

主な機能 膵臓は、胃の後ろに位置し、十二指腸に抱え込まれるように接しています。長さは14～18cm、重さは70～100gです。膵臓は、たんぱく質や脂肪を分解する膵液を作り出します。膵液は、主膵管から大十二指腸乳頭に、副膵管から小十二指腸乳頭にそれぞれ膵液が分泌されます。分泌量は成人で一日1ℓです。膵臓には、また、インスリンやグルカゴンのホルモンを作り出す機能があります。

主な病気 膵臓がんは、膵臓細胞から発生します。膵臓がんは、外分泌系（消化酵素の分泌系）と、内分泌系（ホルモンの分泌系）の2つのタイプに分けられます。外分泌系のがんが95%を占め、中でも膵管の上皮から発生する浸潤性膵臓がんが全体の85%を占めます。膵臓がんは、50～70歳、特に高齢の男性に多く発症します。



小腸

主な機能 小腸は、十二指腸、空腸、回腸の3つから構成されます。成人で7～8mと、人体で最も長い臓器です。直径は4cmで、内壁には輪状のひだがあります。表面は絨毛（じゅうもう）と呼ばれる1mmほどの突起が500万個あり、輪状ひだと絨毛を合わせた小腸の表面積は200㎡に及びます。この広大な表面で、小腸内の水分と栄養分を吸収します。

十二指腸は胃から続くC字型の消化管です。「指を12本並べた長さ」ということでその名前があります。胆汁と膵液を分泌する大十二指腸乳頭と小十二指腸乳頭があります。胆汁は、肝臓で作られた消化液で、脂肪を乳化します。膵液は、たんぱく質、炭水化物、脂肪を分解する消化酵素を含み、食物の消化に役立ちます。

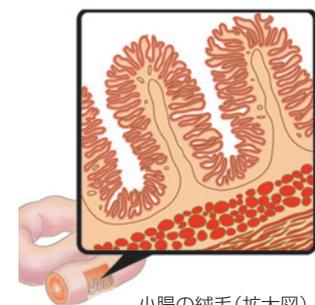
空腸と回腸では、腸液が混じり、蠕動運動でさらに消化されます。これらの栄養分は血管（静脈と門脈）を通じて、肝臓に送られます。

主な病気 十二指腸の病気は主に潰瘍です。潰瘍が深くなると出血を起こします。まれにですが、乳頭部にがんなどの悪性腫瘍が発生する場合があります。

その他の部位では、下痢、腹痛、発熱などを伴う炎症性疾患のクローン病が見られることもあります。



小腸と周辺臓器



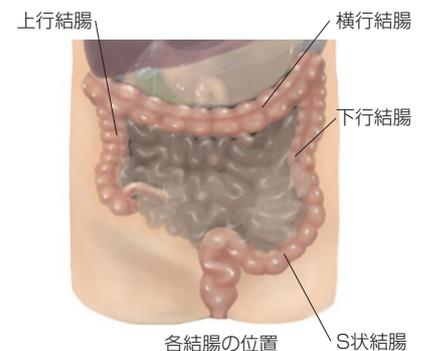
小腸の絨毛(拡大図)

大腸

主な機能 大腸は、成人で1.5mの長さで、盲腸、結腸、直腸の3つからなります。結腸は上行結腸、横行結腸、下行結腸、S状結腸の4つからなります。ここでは小腸で消化されなかった繊維質を分解・吸収し、水分も吸収します。S状結腸の次に直腸があります。20cmほどの臓器で、消化物を通ると便意を催し、肛門から便を押し出します。

主な病気 大腸がんは食生活の欧米化で、日本人の間に増加傾向にあります。大腸がんには直腸がんと結腸がんがありますが、特に結腸がんが急速に増えています。動物性の脂肪を摂ると、消化を助けるために胆汁酸が多く分泌されます。脂肪の消化の際に発生する物質の中に発がん物質があり、大腸の粘膜にがんが発生すると考えられています。

腺腫と呼ばれる良性のポリープが粘膜にできることがあります。大腸がんの多くは、このポリープが深く関係していると考えられています。また、粘膜から直接発生する平坦型や陥凹（かんおう）型のがんもあることが最近分かってきました。大腸がんのできやすい部位ですが、直腸とS状結腸で約7割を占めます。



処置具

処置具の歴史

内視鏡による手術には、内科的なアプローチと外科的なアプローチの2つがあります。内科的なアプローチとは、口や鼻、尿道、肛門などの自然の開口部に内視鏡を挿入し、病変の切除などを行う手法です。外科的なアプローチは、従来の開腹、開胸手術を内視鏡下に置き換えたもので、体表に穴を開ける必要があります。

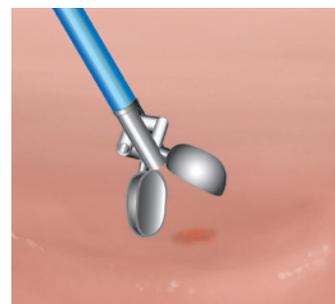
医療の現場では、前者を「内視鏡的処置術」、後者を「内視鏡外科手術」と呼んで、区別しています。これから紹介する処置具は、この内視鏡的処置術で用います。



生検からスタート

最初に行われた処置術が、生検でした。オリンパスは鉗子チャンネルを内蔵した生検用のファイバースコープを1966年に市場に投入しました。生検鉗子を使って、組織の一部を採取し、病理医が顕微鏡で細かく検査することによって、早期胃がんの診断体制が大きく整備されました。

1968年に入ると、胃ポリープのスネア（ループ状のワイヤ）による切り取り、高周波電流を流した生検鉗子などによる切除事例が学会で相次いで発表されました。



生検

胆道、膵臓でも大きな発展 –1960年代後半の話–

1960年代末には、胆道、膵臓分野でも大きな発展がありました。造影チューブを使って、X線下で胆道、膵臓を映し出しながら、腫瘍等の病変を発見するERCP (Endoscopic Retrograde Cholangio Pancreatography: 内視鏡的逆行性胆道膵管造影術) が開発されました。また、胆管内の胆石を砕いて摘出するEML (Endoscopic Mechanical Lithotripsy: 内視鏡的機械的碎石術) などの研究も進みました。



EML

より広範囲の病変を切除 –1980年代の話–

医師とオリンパスの共同開発により、1980年代に、EMR (Endoscopic Mucosal Resection: 内視鏡的粘膜切除術) が実用化されました。早期の胃がんや大腸がんなどの病変組織と正常組織の間に、生理食塩水を注射して膨らませ、スネアで病変を切り取る手術方法（手技）です。処置具の発達により、2002年にはより広範囲の早期病変が切り取れるESD (Endoscopic Submucosal Dissection: 内視鏡的粘膜下層剥離術) が登場しました。



ESD

処置具を使った主な手技

現在では、オリンパスが揃える処置具は1000種類に及びます。その使い方によって、診断用、治療用に分かれます。

処置具を使った診断方法

生検

生検は、病変の疑いのある組織を採取し、顕微鏡で病理学的に調べる検査方法です。そのために使われるのが生検鉗子や細胞診ブラシです。生検鉗子は、標準型や粘膜表面での滑りを防止する針のついた針付き鉗子が使われます。その他、食道で使う片開き型、固い粘膜に用いる鱗口型などさまざまな種類があります。



針付き鉗子



標準型鉗子

細胞診

細胞診は、ブラシで粘膜をこすり、組織を採取します。管腔が細い気管支などで使われます。



気管支の細胞診



細胞診ブラシ

色素散布

早期の腫瘍等の病変を発見しやすくするために、ルゴール液などの色素を組織に散布して、粘膜表面の変化を観察しやすくなります。その時に、散布チューブを使います。



散布チューブ

処置具を使った治療方法

食道静脈瘤治療

食道静脈瘤は、肝硬変により静脈血が行き場を失い、食道壁に沿った静脈が瘤を形成する病気です。ひとたび破裂・出血してしまった場合、有効な手段を講じなければ死に至る恐れもあります。

食道静脈瘤結紮術は、静脈瘤を留置スネアやリングを使って結紮して血流を遮断する手技です。

食道静脈瘤硬化療法は、注射針を使って、硬化剤を静脈瘤に注入し、粘膜ごと硬化させて脱落させてしまう手技です。

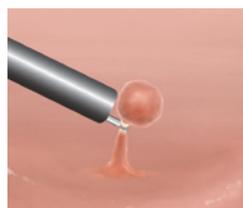


スネアやリングを使い、膨れ上がった静脈瘤を縛って結んでいる様子

処置具

ポリペクトミー

粘膜上皮に局所的に隆起した病変であるポリープの切除に使われる手技です。高周波スネアをポリープの根元にかけて絞りながら電気を流して焼き切り、把持鉗子で回収します。



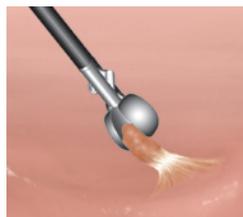
ポリペクトミー



高周波スネア

ホットバイオプシー

より小さなポリープやくびれないポリープの場合は、高周波通電ができるホットバイオプシー鉗子でつまんで切除します。この鉗子は切除と止血が同時にできます。



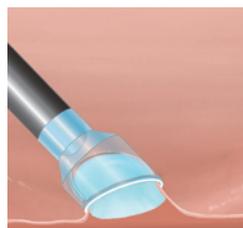
ホットバイオプシー



ホットバイオプシー鉗子

EMR (Endoscopic Mucosal Resection : 内視鏡的粘膜切除術)

EMRは、隆起が少ない・平らな早期の腫瘍等の病変を切除する方法です。病変は高周波スネアによって切除しますが、手技は複数あり、その一つが「吸引法 (EMRC法)」です。粘膜下層に生理食塩水などを注入して粘膜下層を厚くし、病変部を盛り上げ、内視鏡の先端部に付けた透明なキャップ内に吸引し、キャップに添えた高周波スネアで切除して、病変部を吸引しながら回収します。



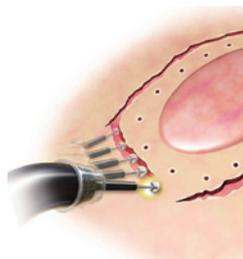
EMRC法



透明キャップ

ESD (Endoscopic Submucosal Dissection : 内視鏡的粘膜下層剥離術)

EMRでは切除できる病変部が2センチ以内に限られています。そのため、より広範囲の病変部が切除できる手技として開発されたのが、ESDです。まず、針状メスを用いて病変部の周囲をマーキングし、次に粘膜下に生理食塩水を注入して盛り上げます。次にオリンパスが開発した「ITナイフ」などを用いて病変部の全周を粘膜切除し、それから、粘膜下層を剥離し、把持鉗子で回収します。ITナイフは針状ナイフの先端にセラミック製の絶縁体を装着した処置具です。絶縁体によって消化器に穴を開ける穿孔リスクを避けながら、広範囲の粘膜切除を可能にしました。



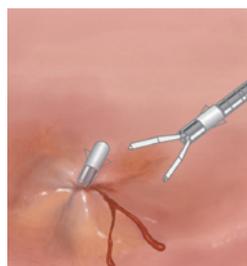
ESD



ITナイフ

止血

ポリープや病変部を切除した後に出血する場合があります。そのために、止血のための手技と処置具が開発されています。クリップ止血法では、血管や粘膜をクリップで摘んで圧迫し、クリップ先端部をそのまま留置します。薬剤局注止血法は、直接、患部にエタノールなどの薬液を注入して血液を凝固させます。高周波を用いた止血鉗子は、手技中に見られる太い血管や硬く滑りやすい組織をしっかり掴み、凝固止血させてから切開することができます。



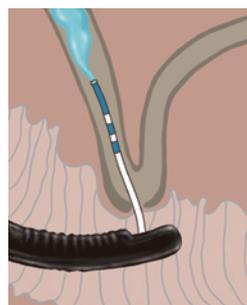
クリップ上血法



高周波止血鉗子

ERCP (Endoscopic Retrograde Cholangio Pancreatography: 内視鏡的逆行性胆道膵管造影術)

内視鏡を用いて行う胆道や膵管の検査方法です。造影チューブを十二指腸の乳頭から挿入し、造影剤を膵胆管内に注入し、X線で透視します。膵臓がん、胆管がん、胆石などの病気の有無を検査します。



ERCP



造影チューブ

EST (Endoscopic Sphincterotomy: 内視鏡的乳頭括約筋切開術)

胆石の除去などを狙いとした手技です。十二指腸の乳頭の開口部にパピロトームを挿入し、高周波で乳頭括約筋を切開して広げ、胆石を排出します。排出には、バルーンカテーテルやバスケットカテーテルを使います。



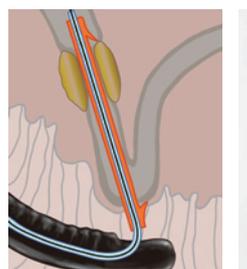
EST



パピロトーム

EBD (Endoscopic Biliary Drainage: 内視鏡的胆道ドレナージ)

胆石や病気による狭窄により、十二指腸への胆汁の流れが悪くなった場合に、その経路を確保するため、胆管内にポリエチレンステントや金属ステントを留置する手技です。



EBD



ポリエチレンステント



金属ステント

肺気腫・COPD (慢性閉塞性肺疾患) 治療

肺の非がん性疾患である肺気腫とCOPDを治療するため、呼吸器内視鏡を使って、肺の気管支内に、治療用バルブを留置して空気の流れ道を確認します。オリンパスは2010年に米スパイレーション社を買収し、同分野を強化しています。



Images Copyright 2008 Spiration, Inc. All right reserved.

※本製品は日本国内では発売されていません。