

胃および十二指腸球部のファイバースコープによる内視鏡検査

Endoscopic examination of the stomach and duodenal cap with the fiberscope

Hirschowitz BI*. *Lancet* 277:1074-8, 1961

ファイバースコープに関する前報 (Hirschowitz, Curtiss, Peters, 1958) 以後、研究が進捗し、完全にフレキシブルで臨床的に有用な装置が完成し、上部消化管検査に使用されている。現行の試験モデルでは、下部食道、胃、幽門輪、十二指腸球部、胃腸管吻合部から 12 インチまでの輸入脚、輸出脚を、粘膜面の詳細の判別に十分な分解能で観察できる。さらに、追加の光源なしに胃、十二指腸の静止画、動画をカラー撮影できる。興味深い観察例として、十二指腸潰瘍の直接観察、十二指腸球部尖部の明瞭な括約筋構造の観察などが挙げられる。

装置

ファイバースコープは、外見的には従来の胃内視鏡に似ており、電球、プリズム、ファイバー遠位端で被写体に焦点を合わせる複合レンズを収めたヘッドを持つ。視野は直角方向である。シャフト部分には、画像をアイピースまで伝達するグラスファイバー束があり、全長にわたって完全にフレキシブルである (図 1)。

ファイバー束は、フレキシブルな平面ブロンズらせん構造で保護されており、これはトルクを伝える役割も持つ。これがさらに滑らかなプラスチック製シースで被われている。接眼端 (近位端) には、ファイバー束の近位端の画像を拡大するための単純なレンズ、遠位端のレンズの焦点調節ダイヤル、送気用端子、10V 可変標準変圧器の接続端子が収められている。全長は 38 インチ (92cm)、直径は 0.5 インチ (11mm) 以下である。

画像は、グラスファイバー束によって装置の全長を伝達される。ファイバーは両端で同じ配列になっているが、中間部では固定されておらず完全にフレキシブルである。個々のファイバー (径 0.0006 インチ、約 $14\ \mu$) が光点を伝達し、画像はこの光点の集合体として伝達される。径 0.25 インチのファイバー束 1 本に約 150,000 本のファイバーが使われており、高空間分解能が得られている。ファイバースコープの光伝達性は、通常の胃内視鏡よりも 2.5 倍優れており、個々のファイバーは互いの光散乱を防ぐために分離されている。

ファイバー内の光伝達の原理は、完全内部屈折といって、光がひとつの媒体からも別の光学的密度の低い物質に通過する際の屈折に依存している。光は入射角が

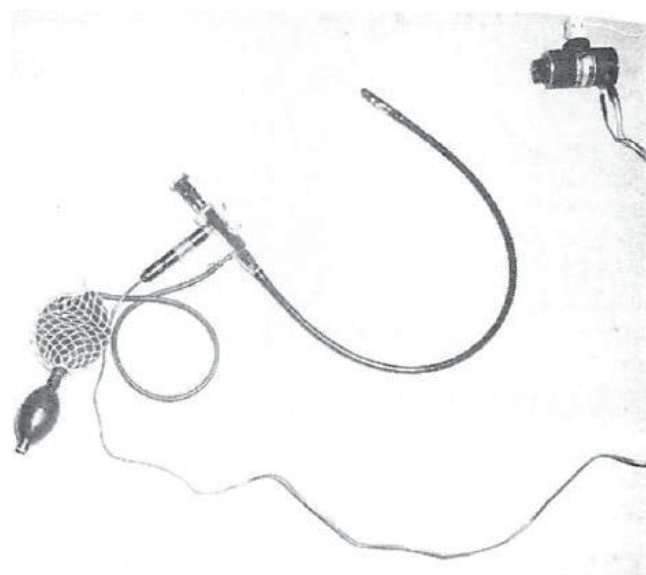


図 1. ファイバースコープ。送気用および電気接続端子。

小さいと、境界面に近く屈折する。臨界角度では、光は 2 つの媒体の境界面に平行に屈折し、これより大きな角度では光はもとの媒体 (この場合はガラス) に戻ってくる。光がロッドやファイバーに入る時、(ファイバー側面に対して) 臨界角より大きな角度で入射したものは自動的にファイバー内に捕捉されて、必然的にファイバーの他端に到達する。捕捉された光は、ファイバーを広範囲に弯曲、屈曲しても、失われることなく終端に到達する。

臨床応用

患者前処置

検査は無痛であることから、前処置の主な目的は鎮痛よりも嘔気の予防にある。プロマジン (Sparine)、ジメンヒドリナート (Dramamine)、バルタール、ペチジン (Demerol) など様々な前処置薬を単独あるいは組合わせて試みた結果、以下の方法を採用した。まず咽頭反射の程度を、0, +, ++ に分類する。咽頭反射を欠くあるいは軽微な場合は、前処置は喉の表面麻酔のみとする。咽頭反射が+の場合は、25~50mg, ++ の場合は 50~100mg のペチジンを検査 5~15 分前に静注する。その後、術者の好みに応じて (特に推奨するものはない) 喉をスプレーあるいは咳嗽によって麻酔する。

内視鏡の挿入

発泡を軽減するためにシリコン脱泡剤 (Dow Corning 社) を装置の先端に 1 滴塗布する (Hirschowitz, Bolt,

* Associate Professor of Medicine and Director, Division of Gastroenterology, University of Alabama Medical Center, Birmingham, Alabama (ラバマ大学医療センター内科淳教授、消化器部長)

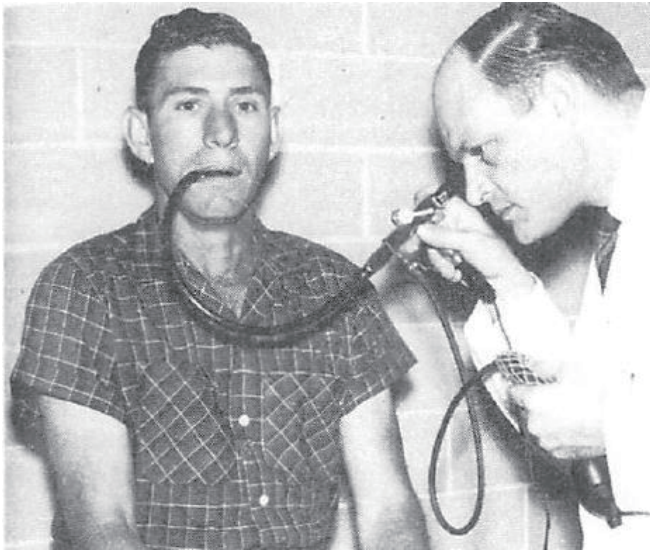


図 2. ファイバースコープによる外来患者の胃検査.

Pollard 1954). 患者はベッド上で坐位あるいは術者側を向く側臥位とし、助手に装置のヘッドピースを持たせて、潤滑剤を塗った内視鏡を胃まで挿入する(図 2). 胃に挿入する際の困難は全くなく、嚥下時、幽門通過時ともに、鈍端の方がゴムキャップ端より優れていると思われる。通常の胃内視鏡とおなじように、胃内に送気する。

対物窓に密着した表面が表示できるように焦点距離が設定されていることから、食道粘膜の一部、食道噴門移行部全体を観察できる。患者の体位を容易に、危険なく変えられることから、従来の胃内視鏡よりも広い範囲を観察できる。噴門部はなお観察できないが、それ以外に盲点はない。患者が坐位の場合は、胃の上半部を観察できるが、胃内に液体がある場合は、下半部の観察には仰臥位あるいは側臥位が必要である。

検査中、大彎側の概ね胃角に正対する位置から前庭部全体を見ることができる。次いで、右側臥位にしてスコープを幽門管から十二指腸球部に進める。これには全例成功している。患者を仰臥位あるいは左側臥位として十二指腸を排液する。

胃腸管吻合では、全例ではないが通常は吻合口を通過した。その長さは、患者とスコープのサイズによるが、通常約 12 インチである。スコープを輸出脚に進めるには仰臥位あるいは坐位が良いが、輸入脚に進めるためには時に右側臥位として腹壁から手圧を加える必要がある。

前後方向のオリエンテーションは、腹壁の透光をみることで比較的に容易に区別できる。消化管を空気で拡張して光源を前方に向けると、腹壁から臓器の輪郭が見え、幽門、十二指腸球部、空腸などをふくめ解剖学的位置がただちにわかる(後述)。吻合部輸入脚、輸出脚か、暗い带状の幽門括約筋をこえて正中の右側にある十二指腸球部か、ヘッドの位置は透光臓器の輪郭

をみれば通常確認できる。ヘッドの位置は触診でも確認でき、さらに潰瘍は圧痛の場所と同定できる。

完全なフレキシビリティがあるため、検査中、検査後ともに苦痛は全くない。ほぼ全例で検査時間は 20 分以上で、60 分に及ぶ症例もあった。患者に特定の体位、特に吞剣師の体位を要求することではなく、脊椎の変形、頸部の伸展不良も検査の障害となることはない。患者は病床、外来、どこでも検査することができ、椅子に座って検査することもできる。スコープは、押す、引く、回す操作が可能で、ヘッドピースの回転トルクはシャフト内の金属らせん構造によって先端まで 1:1 に伝達される。ある程度の操作は腹壁からも可能である。

観察所見

食道

現行モデルのファイバースコープは、食道をシステムティックに観察するように設計されていない。しかし、対物窓に接触する被写体に焦点が合うため、食道噴門移行部は十分に観察できる。

胃

・胃体部(図 3)

画像の分解能は、通常の胃内視鏡と同程度で、光伝達性に優れるため全般に画質は従来より良好である。波長 5,000 Å 以上の光の伝達性が 100% に近く、減弱するのは 5,000 Å 以下のみであることからとから、カラー再現性は全般に良好である。これまでに観察できた病変は、胃癌、急性潰瘍(図 4)、慢性潰瘍、びらん性胃炎、表層性胃炎、胃粘膜萎縮(悪性貧血)、肥厚、乳頭状化(十二指腸潰瘍)、限局性腸炎などである

・胃前庭部

幽門前庭部は常に全体を観察でき、患者に苦痛がないことからその動きを自由に観察できる。スコープを幽門管に進めることにより、括約筋の拡大像を常に観察できる。

・幽門管

幽門管は、通常の胃内視鏡では時に見えるだけであったが、ファイバースコープでは容易に検査できる。特に幽門管の小彎の観察が重要で、潰瘍や悪性潰瘍と幽門括約筋の位置関係が問題になる場合にこれを知ることができる。胃潰瘍に類似した 2 例の良性潰瘍が観察されている。

・胃腸管吻合(図 5)

Billroth II 法胃切除において、吻合部は正常胃における前庭部、幽門と同じような挙動を示す。収縮波は吻合部を通過し、吻合部がとりたてて大きくなければこれを閉鎖する。収縮波は一般に前庭部ほど小さくなく、

また統制されたものでなく、大彎より小彎側で大きい非対称な輪状である。胃垂全摘では、収縮波はさらに統制が弱く、微弱である。進行波は胃角部に発して、胃の下部に内在するように見える。ダンピング症候群および胆汁性嘔吐のある3例において、閉鎖しない大きな吻合口が認められ、このような症状の機序を示唆する所見であった。

正常十二指腸球部と球部括約筋

ファイバースコープで観察可能となった最も重要な領域は、十二指腸球部である。検査を試みた30例全例において、球部の観察が可能であった。幽門括約筋の通過は容易に判断できる。球部粘膜は前庭部にくらべて明るいピンクで、前庭部より湿潤である。粘膜ヒダは一般に互いに接して縦走している。運動性は、近位部に始まる輪状収縮で、前庭部と同じようなまるい収縮したリングとなり、球部尖部に進んで特徴的な括約筋構造に終わる(図6)。症例によっては、粘膜ヒダが非常に湿潤なため括約筋自体は不明瞭で、閉鎖腔が輪状ではなくスリット状に見えることもある。閉鎖した括約筋からの逆流はほとんどあるいは全くない。

十二指腸第2部から頭側に向かって球部括約筋に終わる明らかな逆行性蠕動の後に嘔吐が見られた。同時に胆汁性液体が球部に逆流し、球部の収縮が括約筋を閉鎖しない十二指腸球部を空気で拡張すると、嘔気をみることが時にあった。

十二指腸球部の異常所見

- ・潰瘍を伴わない十二指腸球部の変形
しばしばこのようなX線診断が行なわれているが、

一般に十二指腸潰瘍の暫定的所見である。球部変形のある3例を検査した。所見はいずれも同じであった。球部への挿入に困難はなかった。形状は円蓋状で、腔鏡でみる膈円蓋に似ており、壁は比較的硬く、腹壁からの圧迫により前後方向に扁平化し、圧迫をとると元の形に復した。粘膜ヒダは小さく、高さ2~3mm、幅1~2mmで、平らな粘膜によって3~6mm隔てられていた。全体に縦方向に不規則に配列していた。このような球部の特徴のひとつは、収縮性の質的不良で、収縮は稀に球部括約筋の5~6mm近位に始まるが、粘膜が湿潤でないため通常より容易に観察でき、部分的に約6~8mm開いており決して閉鎖することのない明瞭な括約筋に終わる。全体としてこの領域は硬く、粘膜の色調はピンクよりも濃い。このように球部変形は、内視鏡的に識別しうる病態である。

・急性十二指腸潰瘍

1例を、6日間隔で2回検査した。先行する潰瘍症状なく出血が起こり、X線検査では小さなクレーターが認められた(図7)。出血2日後の検査では、幽門括約筋のすぐ遠位の球部下壁に、小さな潰瘍が認められた。径約5mmで、薄い浮腫帯があったが、放射状ヒダはなく、おそらく凝血と思われる黒色底が見られた。これは初の十二指腸潰瘍例で、写真撮影することができた(図8)。再検査では潰瘍を認めず、潰瘍の位置に小さな発赤した浮腫をみるのみであった。その他の球部粘膜、運動性は正常であった。別の症例では、出血18時間後に、非常に良く似た潰瘍が見られた(図9、図10にその他の潰瘍例を示す)。



図3

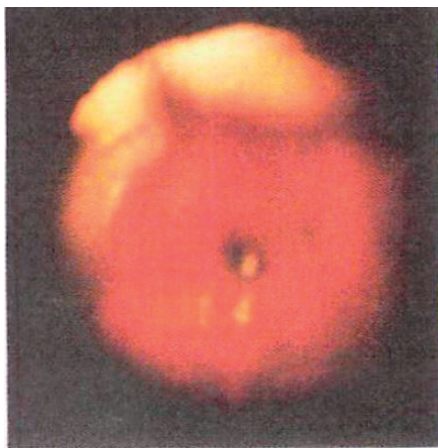


図4

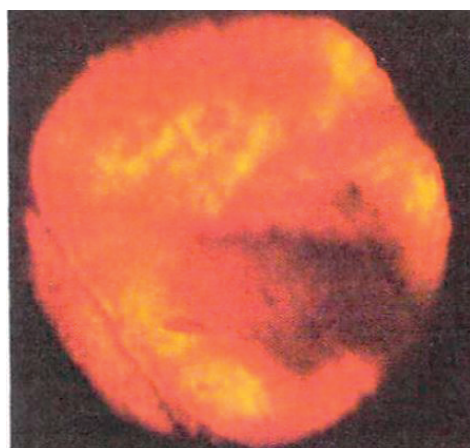


図5



図6



図 7. ファイバースコープで初めて捉えられた急性十二指腸潰瘍の X 線写真.

・慢性十二指腸潰瘍 (図 11, 12)

X 線で見られる放射状粘膜ヒダを伴う古典的な小クレーターである。1 例では、潰瘍は球部前壁の中ほどに認められた。不明瞭な周囲の浮腫、明瞭な放射状ヒダを除けば、灰黄色の底部、明瞭な輪郭を持ち、小さな慢性胃潰瘍に良く似ていた。潰瘍上に限局性する圧痛が明瞭に認められた。球部の他の部位は、運動性には乏しいが、中等度の粘膜異常をみるのみであった。

・無症候性潰瘍 (図 13)

17 年来の十二指腸潰瘍の既往がある 1 例で、このような所見が見られた。正常球部とはもちろん、慢性

十二指腸潰瘍の球部とも大きく異なっていた。前壁の潰瘍そのものは、通常の慢性胃潰瘍、十二指腸潰瘍にくらべて輪郭不明瞭で、約 $2 \times 1\text{cm}$ 、球部の長軸に沿う略長円形であった。潰瘍底は灰青色の湿潤顆粒状で、ピンク調の浮腫の低い周堤に囲まれていた。その他の球部は変形しており、粘膜ヒダは低く、不規則で、一部は浸軟してみえた。収縮は弱く、閉鎖しない括約筋にむけて非常に短い距離にだけ認められた。患者に潰瘍の部位を示すよう指示すると、正確に指さすことができた。潰瘍から 1/2 インチ離れたところを押しても、圧痛はなかった。

・急性十二指腸炎

6 年来の消化不良、アルコール依存の患者で、X 線検査では球部の変形がなく正常であった症例で、十二指腸粘膜は浮腫性で、点状出血、点状黄色滲出物が認められた。観察していると、点状出血の 1 つから斑状出血が始まり、粘膜下に 4~5mm 拡大した。球部を圧迫すると、圧痛があった。病変は十二指腸粘膜に局限していた。2 週間後に再検すると、2~3 個の小さなびらんを残すのみで正常に復していた。もう 1 例の点状出血を伴わない十二指腸炎症例では、やや赤色調の粘膜が線維性の黄色粘液に被われていたが、点状出血は認めなかった。同様の所見が、前庭部、幽門管にも認められた。

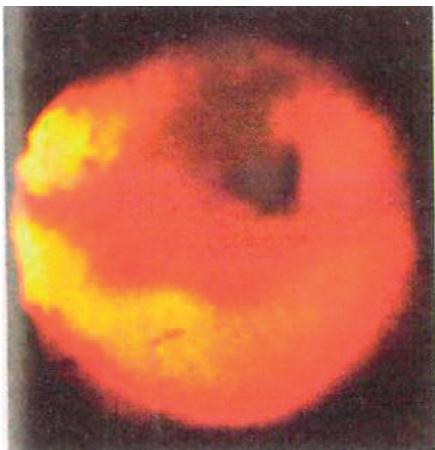


図 8

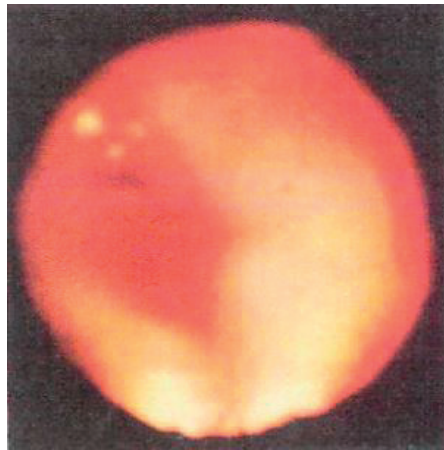


図 9

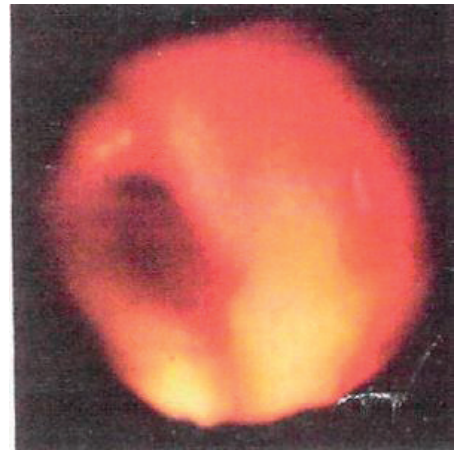


図 10

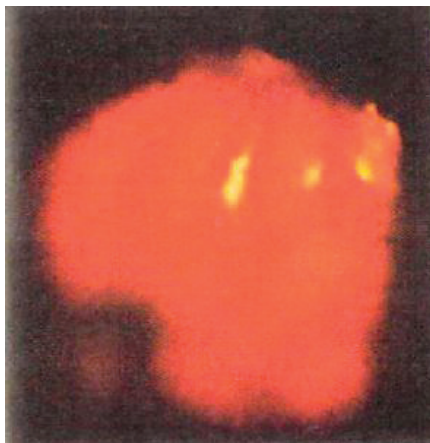


図 11

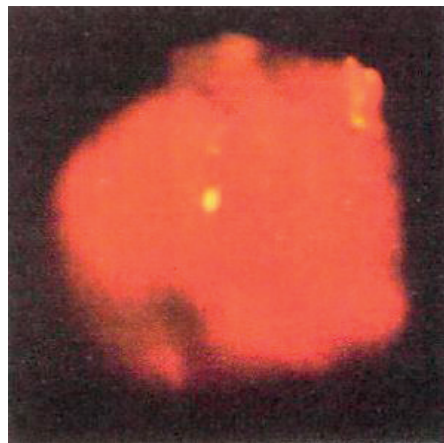


図 12



図 13

・活動性慢性十二指腸炎

長期にわたる再発性十二指腸潰瘍歴のある症例に認められた。十二指腸粘膜は浸軟していたが、検査時には明らかな潰瘍形成は認められなかった。全く硬化しているわけではないが、運動性は減少しており、括約筋近傍の尖部にのみ認められる。このような粘膜に活動性潰瘍が発生することは容易に想像できる。

空腸

・正常像

空腸粘膜は、胃粘膜と同じくややピンク調である。空腸内腔は概ね円筒状であるが、外圧を加えると扁平化する。粘膜ヒダは不規則な円周性で、小さく、互いに離れている。十分な視野は得られるが、遠位部は胃、十二指腸、空腸輸入脚にくらべて空気が保持される時間が短く長時間観察できない。輸入脚と輸出脚の外観に、明らかな差は認められない。輸入脚の検査は、腹壁から透光を観察すること、胆汁がスコープに向けて流れてくることで確認できる。1例では Vater 乳頭部からの胆汁流出を観察できた。

・空腸炎

辺縁潰瘍あるいは吻合部潰瘍を疑った4例において、明らかな潰瘍を認めなかった。これらの症例では、吻合部の胃側、および空腸遠位約1.5インチ(2~4cm)が明らかに発赤し、浮腫状で、粘膜ヒダが消失していた。2例ではこの領域に表層性滲出物があり、外部からの圧迫で圧痛が見られた。このような症例は多くがX線検査で正常とされるが、潰瘍治療3~6週後の再検では、吻合部の浮腫が軽減し、正常粘膜パターンの復活が認められる。潰瘍を伴わない空腸炎は、胃切除後の再発痛の原因として比較的一般的なものと思われる。

・空腸潰瘍

潰瘍は遠位部にあり、しばしば吻合部周囲の腫脹に隠れているため、通常の胃内視鏡では辺縁部潰瘍を観察できることは稀である。ファイバースコープでは、吻合部の潰瘍をより接近して確実に観察できる。このような1例を経験した。

考 察

上部消化管の検査へのファイバー光学の応用は、内視鏡診断に新たな次元をもたらした。従前は観察できなかった幽門管、十二指腸球部、空腸輸入脚、輸出脚、胃腸管吻合部など、部位を容易に観察できるようになった。これらの部位では、病変を診断できるのみならず、比較的長時間にわたって運動性も評価できる。さらに完全なフレキシビリティがあることから、患者は苦痛がなく、医師も挿入に特別な技術を必要としない。さらに重要なことは、通常の胃内視鏡のように食道や胃、特に食道の損傷を考慮する必要がない。従って、より

多くの患者を容易かつ安全に検査することができ、適応も拡大する。特に価値が大きい領域は、十二指腸球部、胃切除後症候群であり、長時間にわたる上部消化管の運動性を直接写真に記録できる利点がある。消化管出血の初期検査では、より正確な診断が可能となり、原因不明のまま退院する患者は大幅に減少するであろう。

十二指腸球部については、いくつかの非常に興味深い所見が得られた。ひとつは、X線写真における球部尖部に対応する括約筋が、明瞭に認められることである。ここは、上部消化管の括約筋運動性が終止する部分と思われる。球部潰瘍の局在と何らかの関係がある可能性がある。十二指腸潰瘍を暫定的に急性、慢性、無症候性に分類することは、予後、手術を考える上で利点があるものと思われる。「難治性」潰瘍は無症候性潰瘍と思われる。単純にその球部粘膜の見かけから考えると、球部粘膜の難治性潰瘍が再発を繰り返しているものと捉える方が正確に思える。研究に値するもうひとつの所見は、胃切除後の空腸炎で、臨床的には疼痛、緩徐な出血を停止、治療に反応する辺縁部潰瘍に類似している。吻合部潰瘍が、この症候群の一部か否かについては、研究が必要である。

ファイバースコープは、既に通常の胃内視鏡に置き換わる段階に達していると断言できよう。もはや古い内視鏡を使う理由はない。

要 約

ファイバー光学を応用した完全にフレキシブルな内視鏡により、食道、胃、十二指腸球部、胃小腸吻合部の輸入脚、輸出脚を観察に成功した。利点として、容易に挿入でき、安全、患者の苦痛がない点が挙げられる。従来の胃内視鏡にくらべて、空間分解能は同様で、光伝達性は2.5倍良好であり、追加の光源なしに十分なカラー写真を撮影できる。従来の胃内視鏡は、全てにおいてもはや過去の物となった。これまでに得られた所見には以下の様なものがある。十二指腸球部尖部の明瞭な括約筋、3タイプの潰瘍(急性、慢性、無症候性)、臨床的に辺縁潰瘍を呈するが潰瘍を伴わない症例における胃切除後症候群空腸炎。

カラー写真は、Exakta Varex 単眼レフレックスカメラを使用し、58mm レンズをファイバースコープのアイピースに連結して撮影した。フィルムは Super-Ektachrome, ASA 160, 露光時間 1/2 秒, 60% 以上で十分な撮影が得られた。写真は実際の画像ほど鮮明ではないが、その理由は露光時間が長いこと、レンズの仕様がカメラ用ではなく目視用であることである。しかし、多少の改良により、いかなるファイバースコープでも鮮明な静止画、動画を撮影することできるであろう。上部消化管のファイバースコープ製作は、初期からこのプロジェクトに関わってきた Mr. L. E. Curtiss, Dr. C. W. Peters のみならず Dr. John Hett の不斷の努力、ならびに、研究の場を提供し、装置を供給された American Cystoscope Makers 社(ニューヨーク州 Pelham Manaro)の Mr. F. J. Wallace 社長の揺るぎない楽観的な支援によるものである。