

新しい胃内視鏡 — "ファイバースコープ"

Demonstration of a new gastroscope, the "Fiberscope"

Hirschowitz BI, Curtiss LE, Peters CW, Pllard HM. Gastroenterology 35:50-3,1958

現在利用できる十二指腸潰瘍の間接的診断法には、放射線検査、胃液検査、尿中および血中ペプシノーゲンがあるが、いずれも正確度、信頼度に疑問の余地が多い。ファイバー光学技術を、十二指腸内腔の直接観察が可能な完全にフレキシブルな光学装置の開発、製作に応用した。

光の伝達は、基本的に径 5/16 インチ、長さ 1m、毛髪の太さのグラスファイバー束で行なわれる。画像の伝達は、ファイバーの空間的配列をファイバー束の両端で正確に同じにすることで可能となり、それぞれのファイバーが画像の微小部分を全長にわたって伝達する。ファイバー束の両端は樹脂で固め、それ以外は固定しないことで、著しくフレキシブルな装置となっている。

ファイバー束は、装置の遠位端にある 45°のプリズムから画像を伝達し、プリズム後方にある気管支鏡用の電球からファイバー束を通して観察する体腔を照光する。視野は装置の長軸と直角にあるため、装置に接触した粘膜面を観察することができる。画像は複合レンズ系によってファイバー端に焦点を合わせ、単純な焦点機構によって接触距離から無限遠まで焦点を合わせることができる。フレキシブルな金属シースを採用しているため、装置を長軸回りに回転することができる。

この装置の利点は、十二指腸内腔を観察できるという主たる利点に加えて、(1) 完全にフレキシブルであるが、画像の歪みがなく、従って患者は容易、安全に飲むことができること、(2) 完全な照光が得られ、追加の光源なく写真撮影が可能であること、(3) 接触距離から無限遠まで見えるため、1つの装置で食道、胃、十二指腸をすべて観察できること、である。

【参考文献】

1. Curtiss LE, Hirschowitz BI, Peters CW. A long fiberscope for internal medical examinations. J Am Optical Soc 46:1030,1956[訳注: 47:117,1957 の誤記と思われる]

討論

Dr. Naridner S. Kapany (ニューヨーク州ロチェスター):

私は数年前、イギリスで Dr. Hirschowitz にお目にかかった時のことをおぼえています。ファイバーの研究

が始まったばかりの頃で、本日 Dr. Hirschowitz が供覧されたものと同じようなファイバー束を私も作っていました。当時、この分野に同学の士を得たことは非常に心強く、このような装置の製作に関する問題を知る者として、Dr. Hirschowitz の報告を高く評価するものです。

私自身は物理学者で、胃内視鏡の臨床的な問題については詳しくありません。私のわずかな知識は、Johns Hopkins 大学の Dr. Moses Paulson から、そして Dr. Schindler の素晴らしい教科書から学んだことです。

私がファイバー光学という新分野での研究を London Royal College で開始したのは 1951 年のことでした。ファイバー光学理論の様々な内視鏡応用についていくつか初期の報告がありました。その後、この理論は内視鏡、天文学、屈折率測定法、暗号技術、投影システム、高速写真など、様々な応用が知られてきました。

ファイバーの光学的利用の可能性については、1927 年の特許に漠然とした記述がありますが、私がロンドンで研究を開始するまで報告はありませんでした。

Dr. Hirschowitz は、発表の冒頭で、物理学者の帽子をかぶられて、私が様々な論文で発表してきたファイバー光学の原理を説明されましたが、私は胃内視鏡のターバンを頭に巻こうと思います。

原理を簡単に説明します。1本の透明な棒を光導体として使うことを考えます。例えば、この透明な棒の一端に光を入れると、光はこの棒の中に捉えられて、反対側の端からだけ出てきます。

非常に径が細い透明な物資でつくったファイバーにも同じ性質があり、さらにほとんど無限のフレキシビリティを持つという利点があります。このようなファイバーを束にして、その両端で各ファイバーが同じ位置関係にあるようにすれば、一端に投影された画像は、他端に送られます。これは我々が "static scanning" (固定走査) と称する原理です。

分解能の制約、すなわちファイバー束内を通過する画像の精細度は、基本的にファイバー径によって決まります。つまり、ファイバー径が細いほど、詳細な画像を伝達できます。

光学分野で "dynamic scanning" (動的走査) と呼ばれるもうひとつの原理については、詳しくは立ち入りませんが、この方法では比較的簡単な方法で、ファイバー束内に詳細な画像を送ることができます。

* Fels Research Institute, Temple University School of Medicine, Philadelphia (テンプル大学医学部 Fels 研究所). 1957 年 5 月 16 日 American Gastroscopic Society 年次総会 (Colorado Springs) で発表

ずっと以前、1952年に製造されたフレキシブルなファイバーは、フレキシビリティに優れ、高画質、光伝達性をもち、様々なタイプの被写体の画像が既に発表されています。

最近我々は、胃のファントムや様々な体外の被写体のカラー写真を撮影しており、このファイバーは高品質のガラスを使用しているため、より本物に近い発色が得られています。これらの写真と胃内視鏡の詳細については、まもなく Kapany, Paulson, Talbot らが発表する予定です。現在これらの研究は、Bausch & Lomb Optical Company 社と共同で進められています。

従来の胃内視鏡の光学系は、フレキシビリティが非常に制限されています。従って、このような内視鏡では機械的な問題は大きなものではありませんでしたが、フレキシビリティの高い胃内視鏡では、この問題が浮上してきます。

Paulson, Kapany, Talbot の目的は、胃内で正確な操作が可能なこのようなタイプの胃内視鏡の様々な試作モデルを製作することにあります。盲点を含め、ヒトの胃全体のカラー写真が撮れるようになることが望まれます。

このような装置の製作上の問題点のまとめとして、検討すべき問題を羅列しておきます。(1) 装置を異なる部位で曲げることができる屈曲機構、(2) 胃内全体を連続的に観察できる回転機構、(3) 側視、正面視に適当なレンズシステム、(4) 従来法にも使えるような遠位端の照明システム、外部光源から胃内に導光する太いファイバー。

Dr. Rudolf Schindler (カリフォルニア州ロサンゼルス):

歴史的な観点からのコメントをひとつと、質問をひとつさせてください。Dr. Hirschowitz は、グラスファイバーの原理が 1927 年頃に知られていたと述べられました。実際には、1928 年あるいは 29 年、ミュンヘンの Dr. Heinrich Lamm (現在はテキサス州 La Feria で開業) が私を訪問され、この原理による胃内視鏡を示唆されました。我々は、グラスファイバーを束ねてみましたが、うまく行きませんでした。私は多忙のため、現在フレキシブル標準胃内視鏡 (flexible standard gastroscope) と呼ばれているものを作ることはできませんでした。当時はまだコーティングもなく、何より大きな問題だったのは現在のような物理学者のアドバイスが得られなかったことです。

Dr. Hirschowitz の発言で最も印象的だったことは、十二指腸潰瘍が見えたという点で、これについて質問があります。

過去 10 年、私は胃よりも小腸に興味を持っていました。実際、胃腸病学の未来は、小腸粘膜を直視でき

る方法の開発にかかっているとさえ思っています。Dr. Hirschowitz は、大腸検査におけるこの方法の重要性に触れられました。しかし、より細い装置を作ることで、十二指腸の複雑な彎曲を克服して、空腸に入れることはできるでしょうか？

Dr. Edward B. Benedict (マサチューセッツ州ボストン):

初期の内視鏡のフレキシビリティについて一言申し上げます。我々の問題は、内視鏡が柔らかすぎて、回転できなかったり、このようなフレキシブルな内視鏡をうまく使えないことでした。Dr. Schindler に、初期の過度にフレキシブルな内視鏡に関する御経験を伺いたいと思います。

Dr. Rudolf Schindler:

はい、その通りです。しかし、小腸についてはそれは大きな問題ではありません。Dr. Hirschowitz は、回転鏡によって粘膜をすべて見えるようにできると言われました。さらに、小腸では常にほぼ同じ距離なので焦点深度は関係ありません。

Dr. Leonidas H. Berry (イリノイ州シカゴ):

私は、全体がフレキシブルな胃内視鏡を実験しましたが、捻れが大きな問題でした。Dr. Hirschowitz には、この新しいファイバースコープで長軸回りの捻れの問題がないか、これによる指向性、画像の歪みなどがなかったか、伺いたいと思います。

もうひとつ、この新しい装置では、前庭部小弯、噴門などの盲点を無くすることができるでしょうか。

そして最後に、装置が胃の中でとぐろを巻いてしまわないように、装置の先端をどのようにしてコントロールされているのでしょうか

Dr. Basil I. Hirschowitz:

Dr. Schindler のご自分の研究に関するコメント、Dr. Kapany の補足に感謝します。いくつか御質問をいただきました。

まず指向性ですが、この装置は壁内に金属シースが入っており、これによってトルクをかけられ、捻っても方向は変化しません。

より小型の装置の可能性については、製造技術がさらに進めば、さらに小さくなって小腸にも入れられるようになると考えており、この領域で最も期待される展望の一つだと思います。American Cystoscope Makers 社 (ニューヨーク) が、現在製作中です。実際我々は既に、十二指腸潰瘍を直接観察できています。