

## ダブルバルーン内視鏡による新たな世界の開拓

—小腸疾患診断と治療内視鏡の新展開—

フジノン国際光学医療講座 教授(高知7期) 山本 博徳

ダブルバルーン内視鏡は小腸内視鏡検査を可能にする方法として考案しました。この少し変わった内視鏡の挿入法を発想したのは1997年頃だったと思います。今回のNews Letterではこのダブルバルーン内視鏡の着想、開発に到った経緯、臨床経験、応用、今後の方向性などを紹介させていただきます。



### 1. ダブルバルーン内視鏡とは

ダブルバルーン内視鏡は下図に示すように内視鏡先端とオーバーチューブ先端にバルーンが装着されていてこれら二つのバルーンで腸管を軽く把持して短縮しながら腸管内を内視鏡が挿入される構造になっています。この内視鏡自体はバルーンに送気するためのエアルートを内蔵している点以外は通常の内視鏡と基本的にほとんど違いの無い構造になっています。これら二つのバルーンはバルーンコントローラーと呼ばれるポンプで自動的に内圧を測定しながら拡張したり収縮したりすることが出来ます。



### 2. ダブルバルーン内視鏡の着想

私が義務年限を終了して自治医大の消化器内科に戻ったのは1995年の11月でした。義務年限中は診療所勤務が多く、内視鏡検査といっても通常の上部内視鏡、大腸内視鏡検査が主で、小腸内視鏡検査はそれまで自分で行ったことは無く、検査をしているところを見たこともありませんでした。

大学の消化器内科では他の病院では診断できないような患者さんが紹介されてきますので、当時でもまれに小腸内視鏡検査が行われていて1997年頃小腸内視鏡検査を見る機会があったのです。その時行われていた小腸内視鏡検査の挿入法はいわゆるプッシュ式と呼ばれる方法でした。つまり長い内視鏡を押し込んでいだけという方法です。

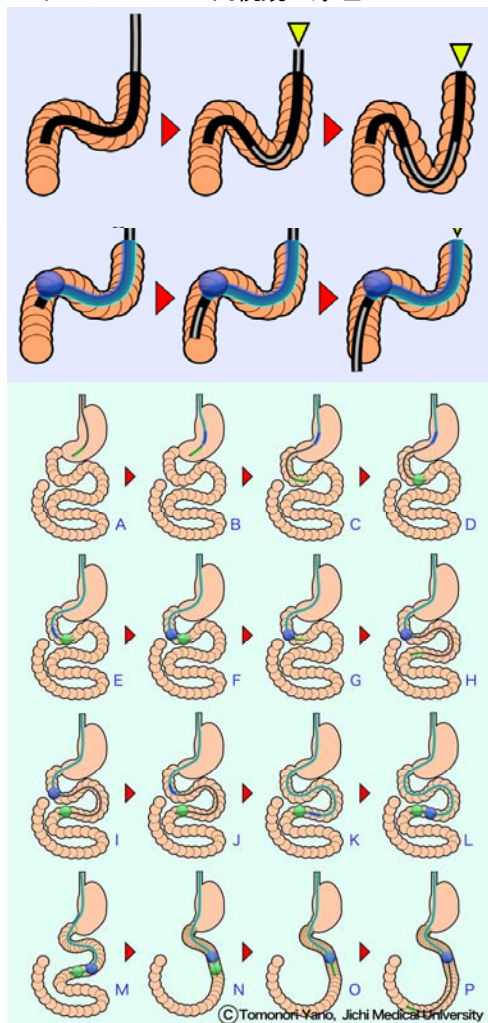
小腸は5~6mという長い管状の臓器で腹腔内ではほとんど固定されず自由に動くような構造になっています。その小腸に対して長い内視鏡を挿入しようとしても内視鏡は複雑にループを形成してしまい、うまく挿入されません。プッシュ式で挿入できるのはトライツ靭帯から約50cm程度とされていて5~6mという長さのほんの一部の観察しか出来ないというのが実体でした。

私がこのプッシュ式の小腸内視鏡検査を見た時の印象は「こんな原始的な検査がどうして行われているのだろう？」という感じでした。その時の患者さんは小腸出血疑いで検査が行われていたと記憶していますが、内視鏡医も汗だくで検査を行い、患者さんもかなり苦痛が強いように思われました。内視鏡先端は内視鏡をいくら押し込もうとしても奥にうまく進んでいかずかなりの時間が費やされましたが、結局出血点には到達できず、まさに徒労に終わったという印象でした。

この時の検査が私には強く印象に残りました。小腸内視鏡検査はなんて非合理的な方法で行われているのだろう。もう少し合理的な方法は無いのだろうか？という疑問が残りました。

そして数日後に車を運転しながら何気なくそのことを考えていた時にダブルバルーン内視鏡の着想にいたりしました。まず考えたことはなぜ内視鏡は小腸内を進まなかったのかということでした。当時から大腸内視鏡の挿入で強調されていたことは内視鏡の直線化ということで内視鏡は直線化しないとうまく挿入力が先端に伝わらないと考えられていました。そこで私が考えたのは本当に直線化しないと内視鏡は挿入できないのだろうか？という疑問でした。なぜなら小腸全域を直線化することは不可能だと考えたからです。まっすぐにしないでも内視鏡は入るんじゃないか？なぜなら曲がったカテーテルの中をガイドワイヤはうまく進められるんじゃないかと考えたのです。そこでカテーテルと腸の違いを考え、思いついたのがカテーテルも腸も曲がることは同じだが、カテーテルは伸びず腸は伸びるということでした。それなら腸を伸びないように工夫すれば腸が曲がったままでも内視鏡は挿入できると思ったのです。この腸の伸展を予防するためのバルーン付オーバーチューブを使用することがダブルバルーン内視鏡の着想の原点になります。

### 3. ダブルバルーン内視鏡の原理



プッシュ式との違いは以下の通りです。

プッシュ式では左図のように内視鏡を挿入しようとしたときに挿入された内視鏡のシャフトで屈曲した腸管が引き伸ばされてしまい、内視鏡先端は進まず、内視鏡先端部に形成された屈曲はより急峻になってしまってより内視鏡挿入が困難になってしまうという現象がおこります。

しかし、ダブルバルーン内視鏡の原理を利用するとオーバーチューブ先端のバルーンで腸管が把持固定されるためにオーバーチューブが既に挿入された部分の腸管はオーバーチューブと同様に伸展されません。したがってオーバーチューブの中を通して挿入された内視鏡は挿入された長さだけオーバーチューブ先端から出てくることになります。バルーンがずれない限りこのオーバーチューブから出てくる長さが内視鏡先端の挿入として使われることになるわけです。

内視鏡が十分に挿入されたら次にオーバーチューブも挿入しないと小腸内をどんどんと奥に進めていくことは出来ません。そこでオーバーチューブを進めるときに内視鏡先端が抜けないようにするために内視鏡先端にもバルーンを装着することにし、ダブルバルーン内視鏡の形になったのです。

この方法を使うと単に腸管を伸展させないだけでなく、積極的に短縮して挿入することも可能となり、この短縮操作がその先の腸管の曲りを単純にして挿入を容易にする効果も出てきます。このようにして内視鏡挿入に有利ように腸管の形を整えながら内視鏡を挿入していけるためにプッシュ式よりはるかに優れた挿入性が実現できました。

プッシュ式では腸管が腹腔内で固定されず自由に動き、伸縮することが挿入を困難にしていたのですが、ダブルバルーン内視鏡では逆にこの性質を利点として利用できるようになりました。

ダブルバルーン内視鏡のもうひとつの大きい特徴は深部挿入したあとでも優れた操作性を発揮するという事です。それはなぜかという内視鏡先端の操作はオーバーチューブの先端バルーンで固定した点を基点として行われるためです。つまり、2mという長い内視鏡を使っていますが、145cm のオーバーチューブを介してまるでリモートコントロールのように内視鏡操作が伝わるために 50cm 程度の内視鏡を操作していると同様の感覚で操作が出来ることになるというわけです。

### 4. 開発の経緯

着想ですぐに開発が進んだわけではありません。内視鏡メーカーに話を聞いていってもはじめは取り合ってもらえませんでした。そこでまずは自作の試作品をつくり、動物実験を重ねて安全性、有用性を確認しました。その後フジノンとの共同開発が実現し、2000年の秋にフジノン製のダブルバルーン内視鏡試作機第1号が完成しました。その頃はまだバルーンの拡張は手動で、血圧計で圧を測定しながらの検査で時間がかかっていましたが、今ではバルーンコントローラーでの自動制御となり、随分と楽になりました。

試作品での臨床経験を積んで学会発表、論文での報告を重ねた結果、その有用性が広く認められることになり、2003年秋にいよいよダブルバルーン内視鏡が製品として市販されるにいたりました。

### 5. 臨床経験と応用

現在では世界40カ国以上でダブルバルーン内視鏡が使われ、その有用性は毎月のように論文で報告されるようになりました。この原理は通常の小腸内視鏡としてのみならず大腸内視鏡、術後腸管のERCPにも応用されて有用性を発揮しています。

### 6. 今後の方向性

今後も小児や術後癒着症例も含めてより役立つ内視鏡としての進化を目指して改良していくつもりです。研究、開発の原点は日常経験する目の前の疑問にあると考えています。

### 7. 卒業生の先生方へのメッセージ

私は1984年に自治医大を卒業して1995年の秋に戻るまで一度も大学を訪れたことはありませんでした。義務年限終了後の進路の決定に迷われている先生方、自治医大に戻って一緒に働きませんか？卒後10年近く経っているし、研究をしたこともないし、と躊躇されている先生方、心配することはありません。大学に戻ってから考えても遅くはありません。消化器内科はいつでも入局を受け入れていますので希望の先生方は私のメールアドレス ireef@jichi.ac.jp にご連絡下さい。

自治医科大学大学院医学研究科

## 地域医療オープン・ラボ運営委員会

事務局 大学事務部学事課 〒329-0498 栃木県下野市薬師寺 3311-1  
TEL 0285-58-7044 / FAX 0285-44-3625 / e-mail openlabo@jichi.ac.jp  
<http://www.jichi.ac.jp/graduate/index.htm>