

総	説
---	---

血管内視鏡の現況

中島伸之* 安藤太三*

藤田毅* 曲直部寿夫*

I. 発達の歴史

体内の病態を直接に、自分の目でみて確かめたいというのは、きっと長い間、臨床医の夢であったろうと想像される。しかし、それを可能にするためには、妥当なる方法論の確立のみならず、併せて、十分な技術的進歩をも待たねばならない。近年、内視鏡技術の進歩、発展は、まことにめざましいものがあり、ファイバースコープの応用により、今まで到達できなかったような深部の微細管腔まで、その応用範囲を広げている。しかしこの一般的な推移に反して、血管内視鏡のみは、その進歩・発展より取り取り残されているような感がないでもない。この原因は、後述するようにいろいろ考えられようが、その大きな原因のひとつは、血管内腔が、血液という不透明な液体で常に満たされているからにほかならない。すなわち、技術的に無血視野を得ることがむずかしいということである。

血管内視鏡の発達の歴史を振り返ってみると、本邦における榊原が、そのパイオニアではなからうか、既に1956年に、心臓血管鏡としての応用の可能性、その実際の臨床応用につき発表している¹⁾。もっともこの時期には、血管内視鏡という概念ではなく心臓鏡としての試みであった。またこの時期には、ファイバースコープなどという素晴らしい材質は開発されていないので、硬質の管を使用した試みであった。以後、散発的に、この種の試みが出現するが、技術上の問題のために、大きな進歩もなく過ぎていたようである。心臓鏡の発達の歴史に関しては、杉江と田辺の論文に紹介されている²⁾。しかし、1969年に、杉江と田辺により、始めて、心臓鏡にファイバースコープの応用が発表されている^{2,3)}。表1に、おもな発表者を対象とした臓器および使用した内視鏡の性質を示したが、ほぼ同じ時期にVollmarとStorzにより、末梢血管への内視鏡の応用が試み始められた⁴⁾。

表 1. 心臓血管鏡の臨床応用

1956	榊原	cardiac	rigid
1961	Carlens, Silander	cardiac	rigid
1972	杉江, 田辺	cardiac	flexible fiberscope
1974	Vollmar, Storz	vascular	rigid & flexible fiberscop
1977	Towne, Bernhard	carotid	rigid fiberscope
1980	田辺, 杉江	cardiac	flexible fiberscope
"	"	vascular	flexible fiberscope
1981	中島	vascular	flexible fiberscope

* 国立循環器病センター血管外科

II. 臨床応用上の問題

このように、血管内視鏡は、始めは心臓内視鏡としての目的で研究、臨床応用が試みられた後に、末梢血管に応用されだされたわけであるが、現在でもあまり一般的に熱心さをもって利用されているとはいえない。それには、まず、いろいろな技術上の問題点があると考えられるので、それについて若干の考察を加えてみたい。

まず、第一は内視鏡自体に関する問題であろう。現在、内視鏡として用いられるものは他の分野におけると同様に、ファイバースコープが絶対的であることは異論のないところである。胃カメラに端を発したファイバースコープは、初期には、口径の大きいもののみ限られていたが、その後、内視鏡の応用分野が広がり、より多くの器官、管腔が対象となりだすとともに、より小口径のファイバースコープが製作され出してきた。現在では、一番細いファイバースコープの内視鏡としては、外径 2.5mm の非常に細い、しなやかなものが完成しているので*、これそのものは、口径の点からいえば、十分に、末梢血管への臨床応用が可能である⁵⁾。またもし、伊藤らのように、胸部や腹部大動脈のような大血管に応用する場合には、現在、気管支鏡として、市販・使用されている口径のファイバースコープが、口径の点よりは十分に利用可能である。したがって現時点では、よほど特殊な細い口径の血管に対する内視鏡の臨床応用を意図しない限り、現在、市販されている、または試作段階の内視鏡を使用して、大血管、末梢血管へのアプローチの問題は、ファイバースコープ自体の問題としては、ほぼ解決したのではないかと考えている。

したがって、このような観点から考えると、このようなファイバースコープを使用して、また通常の光源システム下でという条件で、もうひとつの大きい問題は、如何に、つねに血液のある血管内腔を観察できるかという点にあるのではなからうか。現在まで、この点に関するアプローチとしては、次の2つの方法が試みられてきている。

始めの方法は、伊藤⁶⁾、Rizk⁷⁾らが発表している方法であるが、これは簡単にいうと、ファイバ

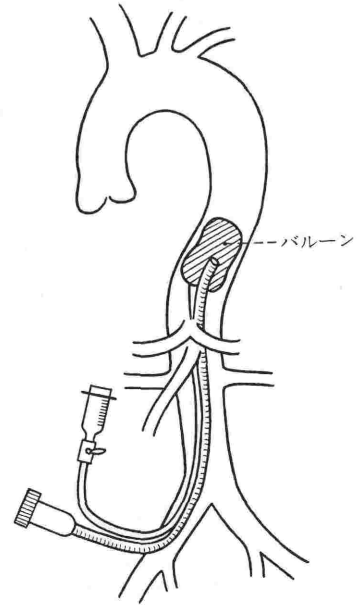


図 1. 血管内腔の観察方法 1 (伊藤ら)

ースコープの先端のレンズ部分をバルーンの中につつま込んで、このバルーンを空気または生理食塩水などを注入することにより膨らまして、壁に接触させることにより血流を遮断した上で、バルーンを透して血管内腔を観察する方法である(図1)。われわれは、大血管内腔を観察したことはないで分らないが、伊藤らが述べているように、この方法は大血管に応用する場合には、有効であろうと想像される。少なくとも先端のレンズ部が、血液から完全に遮断されるので、血液によるレンズのくもりなどは避けることができる。また伊藤らは、バルーンとして、強度のある、比較的高い圧に耐えられるウレタンを材質として使用したが、このバルーン自体が介在するために、血管内腔の壁がぼけたり、不透明になったりすることはなかったと述べている。ただこの方法では、観察視野が、バルーンと血管内腔との接触面にのみ限られること、バルーン内にファイバースコープを格納するので、それだけ容積が増すために、小口径の末梢血管への応用はむずかしいのではないかと考えられる。

もうひとつの方法は、これはわれわれが使用している方法でもあるが、血管内腔の近位端をあらかじめ、フォガティ・バルーンを膨らまして、血管

* オリンパス光学製

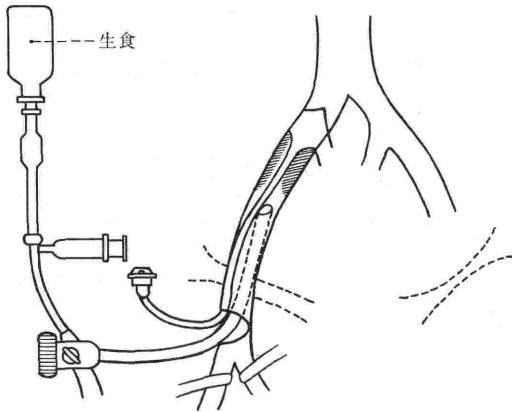


図 2. 血管内腔観察方法 2 (中島ら)

内腔を閉塞し、血流遮断しつつ側副血行路からの少量の血液の漏れ、混入はファイバースコープ先端の孔より、生理食塩水を噴出させつつ洗い流しながら、血管内腔を観察する方法である^{5,8,9)}(図 2)。この方法は簡便であり、手軽に施行できるのが利点であり、かつ、容積をとらないので、小口径の血管にも応用できる。バルーンをインフレーションすることによる動静脈血の血液遮断は、つねに完全であり、血管のある程度の長さ・距離を連続的に観察できるのは大きな利点である。また、レンズと血管内壁とのあいだには、バルーンのような膜状異物が存在しないので像は非常に鮮明である。ほとんどの症例において、内視鏡検索を施行した場合には、観察可能であったが、少数例においては、観察することができなかった。この理由としては、血管腔の狭窄のために、ファイバースコープの挿入が困難であったことにもよるが、やはり主たる原因は、血液混入が多いために、視野を透明化することができなかったためであった。このことが、この方法の欠点であり、側副血行路よりの血流を遮断できないため、これよりの血液の流入が多い場合には、生理食塩水で洗い流しても、すぐに血液が混入し、そのために観察不可能になったものである。このように、この方法では、血液混入量の多いときには、成果が不確実であるのが最大の欠点であり、より確実な手段を見出すことが是非必要である。

以上、臨床応用するうえで大きな問題であった血管内視鏡としての至適な口径および観察方法・手技の問題を取り上げたが、それ以外にも、いくつか考慮されねばならない。ひとつは、少なくとも

も現時点では、血管内視鏡のおもな活動分野は、血管内腔の病態を観察するという、いわば広い意味での診断面への応用が主であるが、それにもかかわらず、血管内視鏡を挿入するためには、小手術が必要であり、したがって観血的である。また一般的には、病変のある血管に内視鏡を通過させるために壁の損傷、血栓形成などの合併症を惹起する可能性も考慮せねばならない。

III. 応用範囲

どのような病態の血管に、血管内視鏡が臨床応用されてきたらうか。現在までの血管内視鏡の使用法は、ただ単に、より詳細な情報をうるために血管内腔を観察したいという、純粹に診断的な目的をもって施行されたわけではなく、すべて手術に際して、同時に本法が施行されてきている。文献上、また、われわれの経験上、内視鏡的観察を行うことが有効である対象疾患としては、下記のような病変が考えられよう。

1. 狭窄性病変

ほとんどは、動脈硬化性病変であるが、観察可能な病変部位としては、主として、腸骨動脈より膝窩動脈にわたる範囲である。内視鏡下で観察することにより、狭窄の状態と程度を正確に知ることができる。とくに本法を応用した場合には、血管内腔の全周における病変の拡がりや評価することができ、これは他の検査法では捉えることができない利点である。

2. 解離性病変

伊藤らの試みた対象であるが、大動脈解離においては、entry, re-entry の部位の確認ははなはだ大切である。一般的に、entry の解剖上の位置の決定は、他の手段の検索方法を用いて描出しうることが多いが、re-entry の場所については、とくに腹部大動脈に存在する場合には、正確にこの部位を固定することは経験的にははなはだむずかしい。Re-entry の処理を意図する手術手技も発表されており、このような意味からも、大動脈解離に本法を応用するのは興味ある試みであり、将来の発展が期待される分野であらう。

3. 外科的手術に併用して

a) 血管外科領域においては、動脈瘤手術においても、また、血行再建術においても、一番頻回

に用いられる手技は、人工血管を応用しての術式であろう。このような場合には、必ず宿主側の血管と人工血管との吻合が行われる。血管縫合は、血管外科においては、もっとも大切な基本的手技であり、縫合を確実に行うことは術後の合併症の予防や、ひいては予後そのものに影響を与えるので慎重に行わねばならない。もちろん、血管縫合を過失なく行うこと自体は多分に経験的なものであり、症例を積んだ術者においては、日常とくに問題なく施行しているが、それでも縫合部の点検は、外面よりのみであり、遮断鉗子を解除して血流を再開した時点において出血が認められない場合には、それで“良し”として術を終わるのが通例である。しかしながら、宿主の血管と人工血管の吻合が、きれいに、あわせり合い、よい状態で縫合されているかを確かめることは、人工血管の器質化の問題を含めて重要である。遮断鉗子を除去後に、バルーンなどで一時的に血流を遮断したうえで、内視鏡により内面より、縫合部を観察することは、血管手術において、より確実な成果を産み出すために大切な点であろうと思われる。

b) 急性動脈閉塞症でも、また、深部血栓性静脈炎などによる急性静脈閉塞症例においても手術的に、血栓除去術を施行することは、日常臨床でしばしば遭遇することである。このような症例に手術を施行する場合には、閉塞した血管を、その全長にわたって露出して、直視下に閉塞原因を除去（血栓除去術）することは一般的には行われずに、一部分の血管を露出し、この部の血栓を除去した後で、その他の部における血栓は、フォガティ・バルーンカテーテルを使用して、盲目的に摘出し、血流の再開をはかるのが常である。このような手術を行い、血流再開をはかった症例でも、術後に再度つまってしまう、いわゆる再閉塞症例を経験することもまれではない。この理由としては、いくつかの事柄が挙げられるが、一般的には、閉塞自体の完全寛解がえられなかったためである。これには、たとえば、血栓除去が不十分で、壁に残存血栓があったり、または動脈硬化性病変のために、血管腔自体が狭小化していることが原因であることが多い。とくに、バルーンカテーテルを用いて血栓除去術を行ったときには、盲目的に行うので、血管内腔より、完全に血栓が取り除かれ

たかどうかを知ることは全く不可能である。したがって、このような症例に内視鏡を応用することは、より確実に、手術を施行するという点からは、はなはだ有用である。すなわち、血栓除去を試みた後に、内視鏡を挿入し、血栓除去が十分に行われたかどうかを直接的に確かめることができうるし、また症例によっては、閉塞の原因自体を知ることでもできる。このことは、手術手技の変更に結びついたり、直接予後に影響することである。

c) 血行再建手術（バイパス術）を数多く施行すればするほど、経過観察中におけるバイパスの閉塞症例を経験するものであろう。とくに下肢の阻血症状に対するバイパス術として、ときにいわゆる“extra-anatomical bypass”が試みられる。これらのバイパスは皮下に設置されるために、外部よりの圧迫などにより、バイパスの閉塞をきたすことがまれでない。このような症例においては、閉塞の正確な部位、広がりや診断することは、なかなかむずかしい。一般的には、人工血管が、全長にわたって血栓形成によりつまってしまうということはないようであり、血栓形成は限られた範囲内に存在するようである。この部位を確かめるには、内視鏡による検索が有効である。前述したと同様に、血栓除去をした後で、血流再開を始める前に、血栓が十分に取り除かれたかどうか内視鏡で確かめることも大切である。

d) 従来のバイパス術や、血栓内膜摘除術などの方法により血行再建をはかるのではなく、バルーンを用いて、狭窄部位を強制的に押し拡げる intraluminal dilatation 法（Grüntzig法）は最近脚光を浴びつつあり、その症例数も増加をたどりつつある。この方法による手術効果を術中に確かめるために、術中造影や圧測定または血流量測定などが行われている。術中造影では、とくに形態上の変化が確かめられるため有用であるが、一方方向撮影のため全周性の改善度を確かめにくい。このような症例に内視鏡を応用すると、狭窄の解除度が直接的に評価できるだけでなく、内膜剝離などの萬一の合併症を確認できる¹⁰⁾。ただし最近では、本法を、percutaneousに行い、血管露出をしないので、内視鏡を応用する機会は減少したのかも知れないが、術中に、血行再建手術を併用して行う場合には試みたいものである。

IV. われわれの臨床成績

現在までに、われわれが、国立循環器病センターにおいて臨床応用した症例について述べてみたい。

総計21例の末梢血管疾患に、内視鏡による観察

を行い所見をえることができた。他の2例では、内視鏡挿入は可能であったが、血液の逆流が多いため観察することができなかった。症例の疾患別の内訳は、閉塞性動脈硬化症14例、パージャール病2例、慢性動脈血栓症および仮性動脈瘤各1例、深部静脈血栓症3例であった。観察部位は、動脈疾患では、ほとんどが腸骨動脈領域であり、浅大腿動脈は2例である。パージャール病症例は、術後の人工血管閉塞症例である。深部静脈血栓症では、血栓除去術後、腸骨静脈を観察したもの2例、また、大腿静脈を観察したもの1例である。

われわれは、動脈硬化性病変を内視鏡的に観察した結果、所見を類似性により3つの型に分類できるのではないかと考えている。すなわち、両側の壁からアテロームが内腔にせり出し、狭窄部はスリット状を呈している型(図3)、アテロームが全体に腫瘍状に凹凸をもった隆起を示し狭窄を形成する型(図4)および全周性にアテロームは硬い線維性状に白色を呈し、中心部にせまり狭窄を示す型(図5)に分類されるように思われる⁹⁾。

人工血管閉塞症例は4例であり、全例において閉塞部を観察することができた。閉塞部は比較的なめらかな盲端となっている。人工血管閉塞症例においては、いずれも、血栓が全長にわたって形成されているということではなく、血栓形成がない

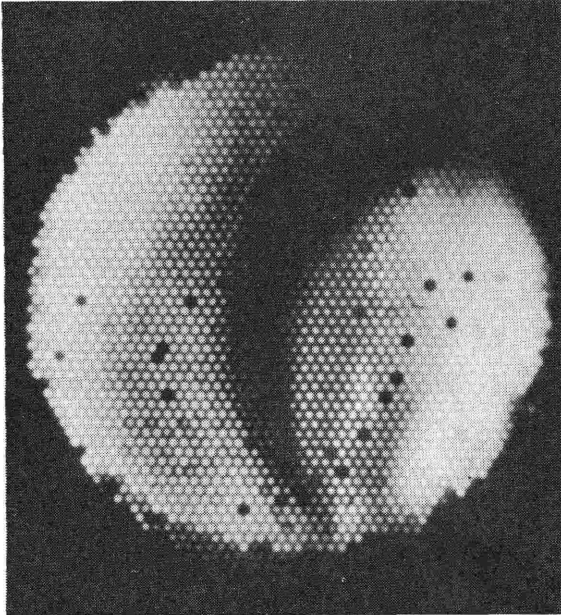


図3. アテローム硬化が内腔にせり出し、狭窄部はスリット状を呈している。

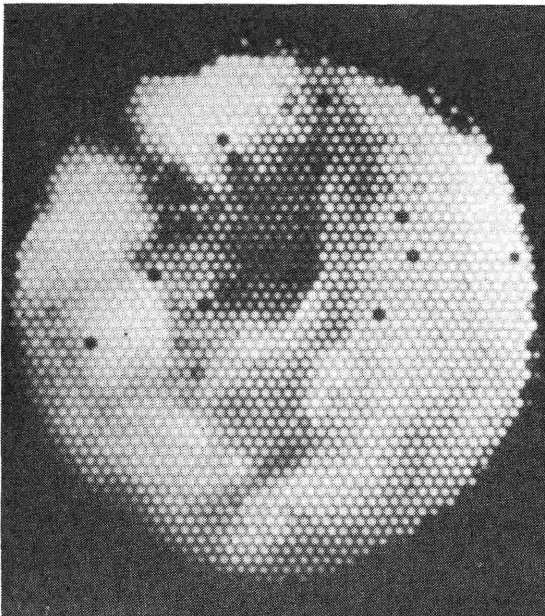


図4. アテロームが腫瘍様に不整な隆起を示す。

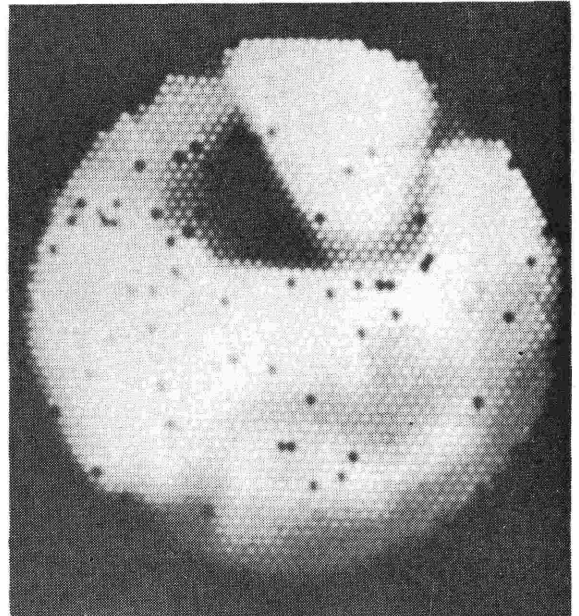


図5. 全周性の狭窄

部分の内壁は正常である。したがって、血栓形成は一般的には限局性であるようである。

静脈血栓症では、血栓除去術後の内腔観察を行った。カテーテルによる血栓除去が不成功に終わった症例では、内視鏡で観察すると、バルーンの通過ができなかった部に一致して厚い白色血栓の索状物が認められ、外部からの圧迫が原因であることを示唆した。血栓除去ができた症例でも、内視鏡的には、壁に残存血栓がみられ、このような残存血栓の存在が、再閉塞の原因になるのではないかとも考えられた。血栓除去を繰り返して、血栓が十分に除去されたと考えられた症例の術後経過は良好であった。

Grüntzig 法による intraluminal dilatation を施行した症例のうち 8 例に、拡張後の壁の性状を観察した。これらの所見では、内腔の拡大が認められると同時に、内膜の損傷、すなわち、出血斑様変化およびアテロームや血栓の圧排所見がみられ、更に、硬いアテローム片は一部断裂し、内腔に突出している。また内腔拡大のため、アテロームが離断し、壁不整の著明なものも認められた。このように本法施行後の血管内膜の損傷は、想像以上に多彩に認められた。

V. 将来への展望

血管に対する検査法は、伝統的には血管造影法があり、この方法は現在でも一番重要であり、もっとも信頼度の高い検査法としての地位を占めていると見て良いであろう。近年、血管病変に対する検査法の発展はめざましいものがあり、種々の、とくに非侵襲的検査法が次々に臨床応用され始めている。これらには、容積脈波測定法、超音波断層法、ラジオアイソトープによるアンギオグラフィ、CT、など多々あり、これら検査法を駆使することにより、血管病変の精密な動態把握が可能となってきている。このようにして、血管系をその血行動態面よりの評価、形態面よりの評価など、多方面より、捉えようとしてきているわけであるが、少なくとも形態面よりの把握は、現在までのところ、あくまでも外から形態をコントラストとして捉えるにとどまっている。これに反して血管内視鏡は、血管内腔を直視下に観察できる大きな利点を持っている。内腔からの観察は、消化

器系における内視鏡の発達よりみても、はなはだ重要であると理解される。消化器系の内視鏡を例にとっても分かるように、一般に本法を施行する目的は、内腔の形態、病変を観察するのみに限られず、組織診断を確立さすという大事なもう一面がある。しかしながら血管内視鏡においては、組織診断面への重要性はないが、それと同様に、将来的には重要な研究面への寄与が期待できる。動脈硬化症の成因、代謝面よりの推移など血管病変の進展機序は、今日重要な研究課題であり、多大の興味、関心をもって取り組まれている分野である。この分野における基礎的研究に、将来血管内視鏡は必ず貢献できると考えている。

現在もそうであるように、将来も、血管内視鏡のもっとも大きい貢献度は、血管外科手術にさいしての併用であろう。血管外科手術は、はなはだデリケートな手術であり、注意深い観察と正確な判断、ていねいな手技が要求される。内視鏡を応用することにより、より完全な、きめの細かい手術を遂行することができ、ひいては手術成績の向上に寄与することであろうと考えている。

われわれが、もっとも期待している将来の分野のひとつとして、内視鏡下における新しい手術の方法の開発がある。血栓内膜摘除術を内視鏡のガイド下に行うことができれば、小さい手術侵襲で大きい手術効果を挙げるのが期待できるであろう。

現在、血管内視鏡を日常臨床に応用する場合の障害は、血液の存在のために、観察そのものが不安定であり、限られていることである。これは、われわれが採用している方法によっても、また他に用いられている方法でも同様であり、この点が、血管内視鏡がより広く、一般に普及することを防いでいるように思われる。現在の光源システムを用いる限り、血液の排除は絶体的に必要である。もし将来、夢であるかも知れないが、全く新しいアイデアで、血流内でも、対象を見ることができるようシステムが開発されれば、血管鏡だけにとどまらず、心臓内視鏡としても、限りなくその応用分野が広がるものと信ずる。

VI. あとがき

この総説を書くにあたり、血管内視鏡に関する

最新の文献を改めて調べたところ、私の試みた限りではほとんど見出すことができなかったのは残念であった。本邦においても、血管内視鏡の応用を試みている施設は、ほんの少数であり、まだまだ本法が一般に普及しているとは決していえない。今後の発展を是非期待したいものである。

文 献

- 1) 榊原 任：心臓鏡による心房中隔欠損手術。手術 **10**:285~288, 1956.
- 2) 杉江三郎, 田辺達三：心臓鏡。外科診療 **11**:375~381, 1969.
- 3) 杉江三郎, 田辺達三：心臓血管内視鏡検査法。外科診療 **27**:625~630, 1972.
- 4) Vollmar, J. F., Storz, L. W. : Vascular endoscopy, possibilities and limits of its clinical application.

- 5) 中島伸之, 足立郁夫, 高原善治, 安藤太三：血管ファイバースコープの開発と末梢血管手術との臨床応用の試み。循環器病研究の進歩 **2**:19~24, 1981.
- 6) 伊藤 翼, 伊島 宏, 前田 肇, 入山 正, 桜井淳一, 岡村健二, 三井利夫, 堀 原一：大血管手術における血管内視鏡の意義。脳管学。 **21**:773, 1981.
- 7) Rizk, G., Goodale, R., Amplatz, K. : Vascular endoscopy. *Radiology* **106**:33~35, 1973.
- 8) Tanabe, T., Yokota, A., Sugie, S. : Cardiovascular fiberoptic endoscopy: Development and clinical application. *Surgery* **87**:375~379, 1980.
- 9) 足立郁夫, 中島伸之, 高原善治, 安藤太三, 藤田毅, 曲直部寿夫：血管内視鏡の臨床応用。脈管学(印刷中)
- 10) 中島伸之, 足立郁夫, 高原善治, 安藤太三, 藤田毅, 管原徹雄：血管内視鏡の臨床応用(第II報), とくに, グルンツヒ拡張術における所見について。脈管学 **21**:773, 1981.