



僧帽弁交連切開術(PTMC)の開発

—— 井上寛治先生に聞く

ゲスト：井上寛治先生(PTMC研究所所長)

ホスト：山口 徹先生(虎の門病院院長)

井上寛治先生は、下肢の静脈から専用のインoueバルーンカテーテルを用いて僧帽弁口を押し拡げ狭窄を解除する経皮的僧帽弁交連切開術(PTMC)、そして動脈瘤、動脈解離の治療法であるインoueエステントグラフト内挿術(経カテーテル人工血管移植術)という2つの手術法を開発され、両者とも開胸、開腹手術に代わる新しい治療として注目されています。この術式によって、心臓手術における患者さんへの身体的・精神的負荷が軽減されるといいでしょう。

今回はその井上寛治先生をゲストにお迎えし、ひらめきと試行錯誤の賜物として産みだされた手術手技と研究にける情熱をお伺いしました。



PTMC — 開胸しない手術法

山口 井上先生が開発された2つの手術法とともに、井上寛治先生がどういうご経歴かという点もポイントになります。まず、なぜ外科を選ばれたのか、なかでもなぜ循環器を選ばれたかについてお話ししていただけますか。

井上 私は性格的にさっさと治す外科が向いているのです。その線上で、心臓外科は手術の腕が直接反映されるところがあるので志望しました。私は昭和45年卒業で、心臓外科の当時のトピックスは僧帽弁狭窄症でした。

山口 当時は虚血性心疾患を研究テーマにする人はあまり多くなく、先天性か弁膜症がテーマにされていましたね。

井上 最初は一般外科を1年ほど経験して、その後、心臓外科に行きました。最初は神戸市立中央市民病院に勤務したのですが、そこでは閉鎖式僧帽弁交連切開術(closed mitral commissurotomy ; CMC)を行っ

ていました。当時はちょうど開心術が始まった時代です。開心術とCMCの両方をみることができました。いきなり経皮的僧帽弁交連切開術(percutaneous transluminal mitral commissurotomy ; PTMC)の話題になってしまいましたが、PTMCと直視下僧帽弁交連切開術(open mitral commissurotomy ; OMC)は症例を選べば結果にほとんど差がないということを目にみて、開胸せずにバルーンで開くことができたらいのではないかと考えていました。

山口 交連切開術は左房から指を入れて裂く場合と、心尖部からダイレーターで切る場合がありますが、どちらが主流でしたか。

井上 両方行っていました。指を弁口に入れておいて、ダイレーターを押し当てて、ダイレーターを誘導するという方法で行っていました。

山口 切れ具合はどう違うのですか。

井上 まったく違います。指で裂けるのは指を入れてただけで開くような軟らかいものです。非常に限られた症例でしたので、ダイレーターが使われるよう

になると、それで開くことが多くなりました。

山口 開心術できちんと確認してメスで切ったとしても、僧帽弁狭窄の再発率が低くなったとか、拡張効果が際立って変わったということはなかったのですか。

井上 開心術で行うようになった当初のことですから、手術に不備があったのかもしれませんが、予後にあまり差がないのです。そのころは切開線がよくわからないので、胸部を開いて上からダイレーターを入れて、あらかじめ少し切れ目を入れて行っていましたから、かえて非直視下僧帽弁交連切開術(closed mitral commissurotomy; CMC)のほうがよいと思う場合もありました。

山口 直視下でも、癒合した交連部はどこが本来の切れ目かがわからないわけですね。

井上 ある程度鍛えればわかるでしょうが、難しい症例もあります。それで間違ったところを切ると僧帽弁逆流(mitral regurgitation; MR)が起こることになりますし、腱索を傷つけることもあります。現在は技術が向上していますので、腱索まできれいに切れ目を入れるということもします。しかし、1998年のアメリカのガイドラインでは、最新の技術をもってしても、弁の性状が良好なものに対しては、第一選択としてPTMC(PMBV; percutaneous mitral balloon valvotomy)とされています¹⁾(注: 2006年8月のアメリカのガイドラインでも同様の報告である²⁾)。

山口 結局、効果に違いがないということですか。

井上 長期の比較データが出ていて、あまり差がないという結果でした。長期といっても10年間ぐらいでしょうか。その文献ではPTMCは第一選択で、ただし重度の石灰化、MRがあるものは除くとなっていました。先日、日本で出されたガイドラインでも同じような内容になっています。ですから、PTMCは症例さえきちんと選べば、現在でも外科手術と同程度の効果が得られます。僧帽弁狭窄症に対して現在、主流なのはPTMCです。ダブルバルーンという方法が一時行われましたが、ダブルバルーンはスリップして、心尖部を破って死亡例が出たことから、イノ

ウエ・バルーンに対する要望がヨーロッパ各地で起こりました。それは別にしても、効果は同程度で、手技の難易度を考えると1本で行えるイノウエ・バルーンのほうがよいと思います。

イノウエ・バルーン—開発まで

山口 次に、イノウエ・バルーンにたどり着くまでを聞かせて下さい。拡張効果は開心術でもバルーンでもそれほど変わりがなさそうだというのは、外科医ならではの着想だと思います。

そして、実際にバルーンで行うとしても、左心系で、逆行性に大動脈弁があるため、僧帽弁までたどり着くのはなかなか大変だと思います。内科医がバルーンカテーテルを想像しても、transseptalで孔を開けていったら近いという発想にはなかなかないと思います。

井上 それは先人のいろいろな技術が私の目に入ってきたことが大きいと思います。一つは、京都大学の研修医のころにみたFogartyのバルーンカテーテルです。同時期に塞栓症が2例があり、1例はFogarty、もう1例は手術が施されました。手術のほうは血栓をきれいにし出して、わからないなりに上手な手術だなと思いました。しかし、いくらきれいに血栓を取り出しても、長く切開するので血管がどうしても詰まります。結局、その手術の症例はアンプタになりました。もう1例は、若い担当医でしたが、Fogartyでいとも簡単に血栓を出して治してしまいました。これから外科医になろうとする人間にとっては大変ショッキングな経験でした。強烈な印象をもった2つめの技術は、心房中隔を破るバルーン心房中隔切開(balloon atrial septostomy; BAS)です。

そして必須の技術は、心房中隔穿刺術(Brockenbrough法)です。私は、神戸市立中央市民病院で外科医でありながらBrockenbrough法やカテーテルでの診断を行っていました。そのころは僧帽弁狭窄症が主流で、Brockenbrough法は日常的に行っていました。僧帽弁狭窄症を手術する前に左房圧を測って、

左房造影を行って、弁の動きを測ったりするなど、当時の上司の先生にいろいろ教えていただきました。

山口 私もそうですが、当時は内科医が左房圧を測る場合も肺動脈楔入圧で代用してましたから、Brockenbrough法まで経験したことはありません。Brockenbrough法があたり前のように行われていたというのは、貴重な経験かもしれませんね。

そうすると左房へのアプローチは、それほど抵抗もなかったのでしょうか。

井上 まったくないですね。バルーンを使おうと考えたときに、最初から経心房中隔でやろうと思いました。

山口 私の感覚と実際の僧帽弁までの到達の距離はずいぶん違いました。それでバルーンでという考えになったとき、どのように考案、開発していったのですか。

井上 そうした発想を神戸市立中央市民病院で得て、2年後に高知市民病院に移りました。そこで手術の経験をたくさん積ませてもらいましたが、新しい治療法を開発すればもっとたくさんの人を助けることができると考えて、開発にかかりました。

私はバルーンを押し抜けて裂こうと思ったので、バルーンをつくることから始めました。そのころGruntzigのバルーンが出ていましたが、私はあまり勉強していなかったの知りでませんでした。バルーンの開発で一番考えたのは、いまもダブルバルーンで問題になっているスリップによる危険性です。狭いところで膨らませるので、あまり長いものもつぐれない。短くて固定できるためにはどうしたらよいかとずいぶん考えて、砂時計型がよいのではないかと思いつきました(図1)。

山口 何かきっかけがあったのですか。

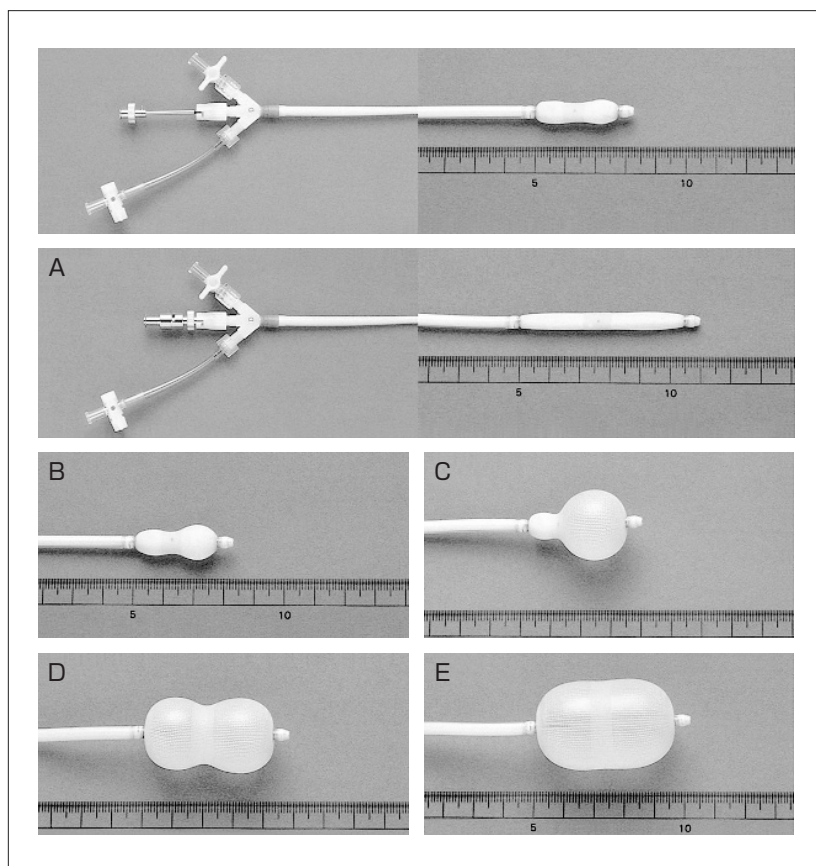


図1 イノウエ・バルーンカテーテルの製品形状

- A：バルーン部を伸長させて、バルーン部の外径を細くすることが可能である。経皮的挿入時および心房中隔を通過時に穿刺口の径を最小化できる。
- B：先端をφ1 cmに膨張させて、血流に乗せて、弁口へ挿入する。
- C：バルーン半側を膨張させて、バルーンを引き寄せて、弁口へあてる。
- D：さらにバルーンを膨張させると、砂時計状になり、弁口へ自然に固定する。
- E：一気に完全膨張させると、高压で癒着交連が裂開され、弁口が拡大する。

井上 よくひらめくといいますが、そういう感じでしたね。起きてから寝るまで、ずっと考えていました。車で遊びに行っても隣に妻を乗せてずっと考えていましたので、妻からはおもしろくないとだいぶ怒られました。そうした経験から、ひらめくというのはずっと持続して考える能力なのだと思います。

実際に思いついたのは、病院の当直で寝ながら考えていたときで、「これだ」と思ったとき、成功すると感じました。そのときに、先端の部分をひっかけてやればよいと思いました(図2)。

山口 多くのバルーンが開発されているなかで、砂

時計型をしたバルーンは他にありません。バルーンはすべて一様に拡張するのですが、そのなかで砂時計型のアイデアを思いつかれるだけでもすごいことです。ただ、アイデアを具体化するのに、普通のプラスチックでは難しいと思いますので、現在のラテックス製になるまでには、かなり時間がかかったのでしょうか。

井上 私のなかでは最初からラテックスだと思っていました。

山口 欧米のバルーン

はプラスチック製ですよ。

井上 しかし、私のみてきたバルーンはFogartyも、BASの丸形もゴムです。ですから素直に考えるとそこにいきます。ゴムならば医療用品の業者から買うことができ、あまり細工をしないでもそのまま使えます。固定するためのメッシュは、ストッキングをいろいろ選んでつくりました。

山口 ストッキングを被せるのは、スリップさせないためですか。

井上 ストッキングを被せたのは耐圧のためです。スリップについては、もう1枚上にゴムを被せますので。余談になりますが、ストッキングは最初は縫って行っていましたが、シームレスにするために、ストッキングを販売している会社に電話をたくさんかけたのです。そうしたらありがたいことに福助株式会社が、目的を理解してくれて、大量に作ってくれました。しかも、代金はいりませんといわれる。他の会社はけんもほろろです。でも、そういう協力的な会社もあって、この仕事を通じて、いろいろな

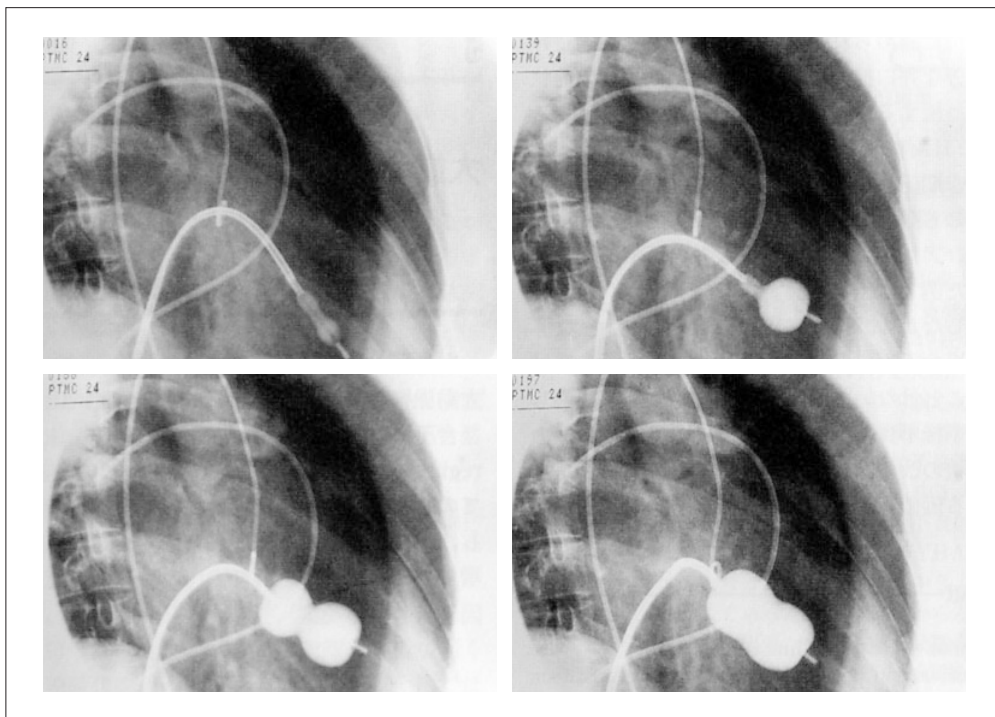


図2 PTMC施行中のX線画像

人がいるなと思い、非常にありがたかったですね。そして、そのシームレスを使って実験しました。

山口 それでバルーンの耐圧性はかなりよくなったということですか。最終的に拡張するときは何気圧ぐらいですか。

井上 正確にはわかりませんが、2～3気圧ぐらいだと思います。

山口 動物実験でも狭窄モデルがないので、やりにくかったのではないですか。

井上 それが一番悩んだところです。バルーンをつくって最初に行った実験は、私は外科医ですから、弁置換のために取り出された新鮮な心臓弁を使って膨らましてみたのです。弁置換の症例ですから、うまくいくかと心配でしたが、肥厚短縮した腱索が2つにきれいに分かれ、きれいに裂けるのでびっくりしました。まるで上手な外科医がする仕事でした。反対側はまったく切れず、これはこういうものなのということがすぐにわかりました。その次は、私がOMCを行うときに少し使ってみました。もちろんそのあ

とにメスで切開しますが、その前に試作バルーンによる裂開をしました。

開発において大事なのは実験です。動物実験で、心房中隔穿刺法を使って本当に入るのか、中隔の孔は大丈夫なのかと調べないといけないので、大変苦労して行いました。ただ、高知市民病院には麻酔科が使っている動物実験室があり、私は幸運に恵まれたのです。

山口 普通の病院で動物実験室がある施設は、それほど多くなかったですね。

井上 そうです。たまたまあったのです。麻酔科の先生に頼んで1週間に2回ですが使わせていただきました。そこに移動式のX線撮影装置をもち込んで、大きなイヌを使って実験をしました。

最初は頸から入れたほうが時間も短くて、まっすぐ入るのではないかと思い実験しましたが、なかなかうまくいきません。実はBrockenbrough法が成功する前に、スペインでその方法が開発されていたので、それを参考に行いましたが、なかなか難しい。中隔穿刺法がうまくいっても、風船が僧帽弁口のほうに行かないのです。

山口 中隔穿刺法さえうまくいったら、ずっと下に向いて左室に行きそうですけどね。

井上 私もそう考えていました。その実験で半年間、苦労して気がついたことは、この方法ではだめだということです。その後、下肢側からBrockenbrough法で行いました。

山口 下肢から入れると、最終的にカテーテルを下に向けなければいけません。ワイヤーを利用して向けるアイデアはそのときからあったのですか。

井上 中隔穿刺法は首側から入れると中隔穿刺孔で制約されて一方向にしか向きませんが、下肢側から入れるとすごく簡単に左房に入り、自由にいろいろな方向に向いてくれます(図3)。

すなわち下肢から入れて左房内でUターンカーブを作ると、その頂点が関節の働きをして、いろいろな方向に自由にアドレスできるので、名案だと思いました。

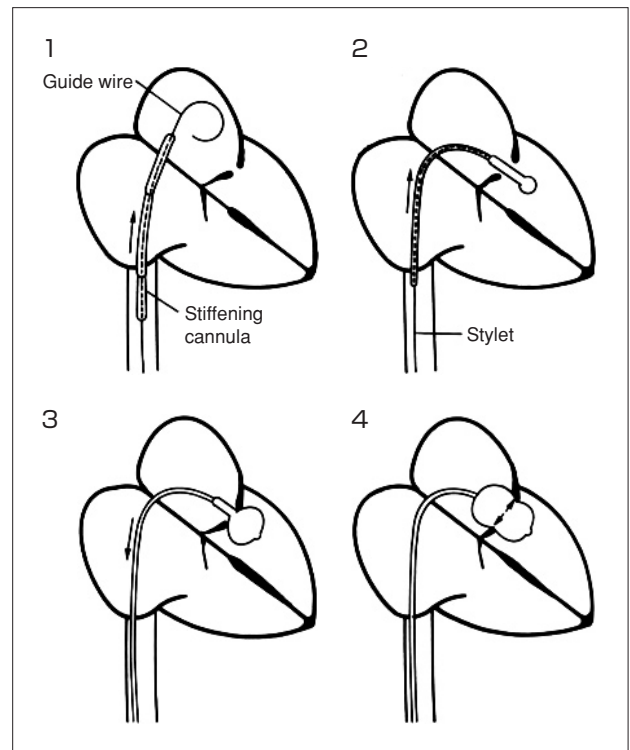


図3 PTMCの方法(模式図)

山口 最初は下に向けるようなワイヤーはなく、ただクロスしてバルーンを進める、Swan-Ganzカテーテルと同じように先端を膨らませて、フローに乗せて僧帽弁口に向かわせるという話があったように思います。

井上 それはずっとそうですが、実験のときに行ったのは、もともとバルーンにカーブがついているので流れに乗りやすい。実際に製品化したときはスタイレットがついて、スタイレットで方向を変えるようにしました。流し込むという発想は一緒です。初期には先端に炭酸ガスを少し入れてから流し込むということもやりましたが、最終的には先端を膨らませて流し込むという方法にしました。

山口 臨床例ではスムーズにいったのですか。

井上 はい。すごく緊張しましたがね。カテーテル室でBrockenbroughをして、バルーンも左房から左室に入ることを確認しました。そこでガイドワイヤーだけ残しておいて、バルーンは左房に置いて、

手術室に運びました。人工心肺をスタンバイしておいて、いざとなったら開胸手術ができるようにして行いました。

山口 逆流も何もなかったのですか。

井上 何もありませんでした。移動式のX線撮影装置を手術室に入れて、カテーテルが入るのは確認できていますので、それで行いました。ものすごい緊張で、2度目はしばらくはやりたくないぐらいでした。

山口 それは大きな一歩ですね。

井上 非常にうれしい一歩でしたね。

PTMC普及に向けて

山口 私は井上先生が初めてPTCMに成功した1982年にインターベンションのバルーンのangioplastyを始めました。1981～82年は内科で冠動脈のインターベンションが始まった時期です。当時、先生がバルーンで交連切開術を始められたことは、内科ではまったく知りませんでした。

井上 外科系の学会で発表していましたからね。外科では実験段階から発表していました。私も臨床でPTMCを行うのはかなり躊躇して、BASは実験と臨床でほぼ同じことができますから、そちらをやってみたりしました。それでも、日本胸部外科学会に2回、日本循環器学会の外科分野に2回ぐらい発表したでしょうか。学会の会場で曲直部壽夫先生が高い評価とともに、臨床応用を示唆する発言をされて、ものすごく励みになりました。

山口 学会がわりとサポーターだったのですね。

井上 そうです。それがなければ、臨床応用は決心が付きません。曲直部先生だけでなく、いろいろな先生がおもしろいからやったらどうかといってください、それは非常にありがたかったですね。

山口 当時の雰囲気としては、それは外科の新しい術式という認識で、内科医が行うような手技になるという認識はなかったのではないのでしょうか。

その後、高知市民病院では石灰化がなさそうなものはバルーンで行われたのですか。

井上 新しいことを行うというのは、とくに日本では“出る杭は打たれる”で、なかなか進まなかったですね。

5例行って、84年にJTCS(Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery)に投稿しました³⁾。編集者から、非常によい論文なので優先的に掲載するという返事がきて、非常にありがたいことでした。その論文のすぐあとに、Lock JEという人が別の雑誌に同じ僧帽弁狭窄症のシングルバルーンを用いた治療を発表していますから、非常にタイミングがよかったわけです。

山口 82年というところ、断層心エコー図が登場していましたから、僧帽弁狭窄症の診断は簡単についたと思いますが、まだ井上先生の方法が引く手あまたというほどの認知は難しかったのでしょうか。

井上 難しかったですね。一時期、「これは私では無理だ。この仕事はおいておいて、新しいことをやろう。将来、井上がこんなことをやっていたと、誰か継続する人が出てくるだろう」と半分あきらめて、高知医科大学の実験室をお借りして、ステントグラフトの研究を始めていました。

ところが私の論文を読み、インドや台湾の先生が手技をみせてほしいとやってきて、そうこうしているうちに、中国の広東省から現地で手術をしてくれないかと手紙がきました。日本ではもうだめかと思っていたので非常にありがたく、85年に中国に行きました。そこでPTMCを12例ぐらい行い、非常に感心してもらい、その結果を86年にAHAで発表しました。そのときには僧帽弁狭窄症に対するバルーン治療は多くの発表が出されていて、ものすごい反響でした。私は発表者なのに通路に人が座っていて会場に入れない。みんなが「この人は発表者だから通してあげてくれ」といってくれて、やっと入れました。

山口 私も、ちょっと遅れたらPTCAの会場に入なくて、驚いたのを覚えています。まさにバルーン治療がいろいろな領域で一気に広がったという感じでした。内科医にとっても、PTCAは自分で直接治せるという、いままでになかったことでした。AHA

は内科医がメインの学会ですから、バルーンと聞けば内科医ができるカテーテル治療の範囲に入るのではないかというので、期待もすごく大きかったのではないのでしょうか。

井上 そうですね。

山口 井上先生は中国でPTMCをたくさんさいましたが、日本の内科医はあまり知りませんでした。先生が中国で実績を積み、AHAでの発表を聞いて、そんなことがあるのかと話題になりました。PTMCを日本の内科医に教え始めたのはいつごろからですか。

井上 AHAで発表したとき、発表を聞いておられた日本の先生が大勢いました。まず反応があったのは、国立循環器病センターの高宮誠先生、延吉正清先生で、お二方から勉強したいという話をいただき、最初に延吉先生のところで行わせてもらいました。そこにたくさんの方が来るものですから、あっという間に広がりました。イノウエ・バルーンは日本よりも、海外で広がるかなと思っていましたが、日本でも猛烈な勢いで広がりました。

山口 私もイノウエ・バルーンを知らず、聞いて本当にびっくりして、井上先生に教えてもらってまたびっくりしました。あちこち回られたのでしょうか。

井上 山口先生が当時勤務されていた三井記念病院にはイノウエ・バルーンが広まり始めたごく初期の段階で行かせていただきました。山口先生のバルーンの大胆な使い方は、私もものすごく参考になりました。

山口 あのころは東京でPTMC研究会もできて、すごい盛り上がりでした。最初の3～4年ぐらいは大人数が集まってできましたが、そのうちに患者さんを探さないといけない状態になりました。日本では患者数が少なかったのかなと思います。

井上 それは僧帽弁狭窄症の宿命でもありますね。

山口 それでも、東南アジアや発展途上国ではまだまだ患者さんの数は多いです。現在、PTMCが多く行われている国はどこですか。

井上 現在は東レ・メディカル株式会社がバルーンを販売していますが、バルーンの出荷数が多いのはアメリカで1,000例/年ぐらいですね(図4)。ただ、

発展途上国ではバルーンを3～4回は再利用しますから、症例数と生産数が一致しないので、症例数はなかなかつかみにくいのです。

山口 本来バルーンはシングルユースでつくられていますが、発展途上国では一つのバルーンを10回ぐらい再利用するところもあります。また、何回も使うために孔があいていないバルーンをという発展途上国からの要望もあると思いますが。

井上 それをすると、1枚目と2枚目のゴムの間に空気が溜まって、膨らませたバルーンが縮まなくなる可能性があるので、安全性からも孔は不可欠です。

山口 ヨーロッパもほとんどイノウエ・バルーンに替わって、プラスチック製のものは少ないのでしょうか。

井上 プラスチック製はほとんど使われていませんが、一部ではまだダブルバルーンや新しいタイプのダブルバルーンが使われています。ただそれはあくまでも一部です。

山口 ダブルバルーンの手間と安定性を考えても、イノウエ・バルーンが普及して当然だと思います。

井上 イラクでは、これまでダブルバルーンをおもに使っていましたが、2005年になってシングルバルーンを使いたいといってきました。

山口 井上先生はいまもそうした国に行かれているのですか。

井上 現在はもう行っていません。現在バルーンを使っているのはおよそ70カ国ですが、私が行ったのは20カ国ぐらいです。広まる形態は3つあって、1つめは私が教えた人がいろいろな国に行って教えたり、病院に入って教える。2つめはある病院から別の国の病院、例えばスーダンからインドに習いに行く。私も日本に来てくれればいくらでも教えたいのですが、症例がないので教えられないのです。

山口 いまでも症例が多いのはインド、中国ですね。

井上 一時は台湾のハン(洪瑞松)先生がデモをしたり、いろいろな方を受け入れるなど、普及に努力していただきましたが、台湾も症例が減ってきました。

そして普及の3つめは学会を開くことで、東レが努力して行っています。2000年にはブラジルで開催

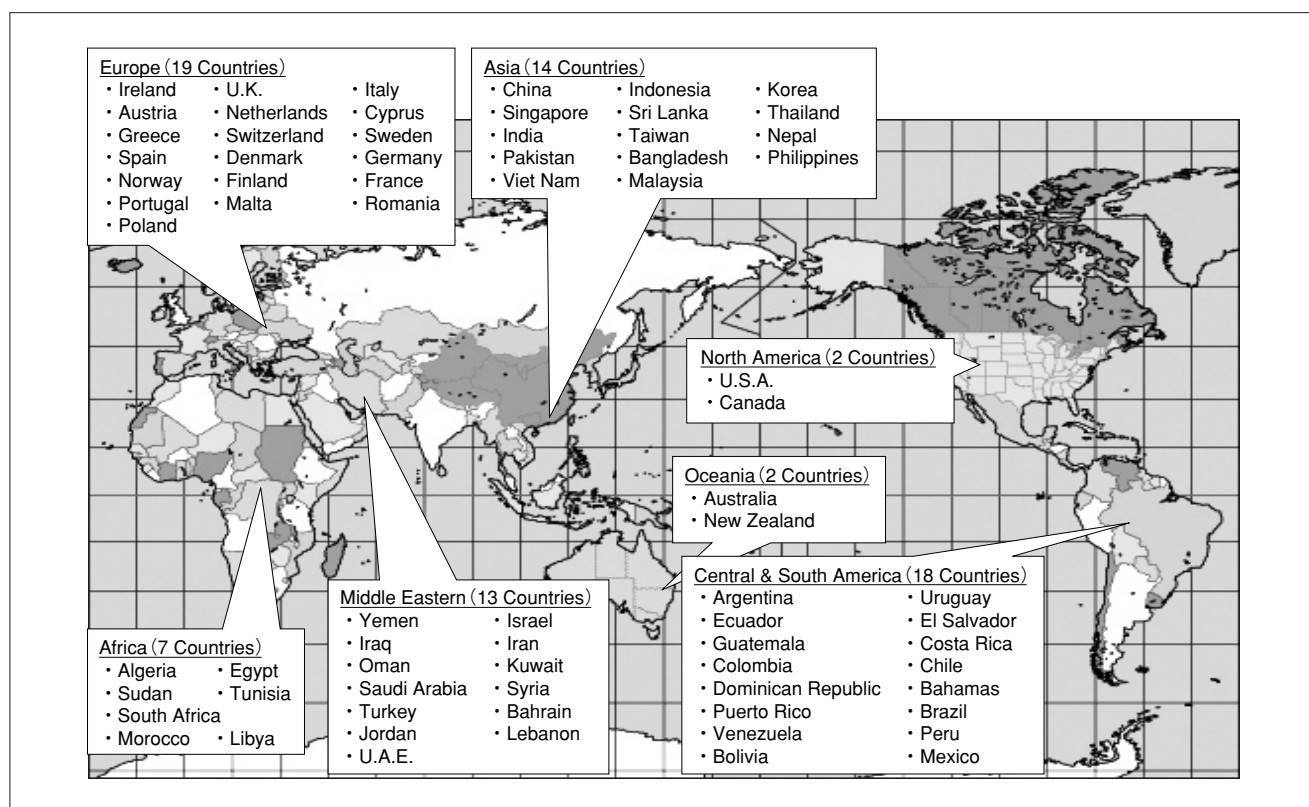


図 4 現在イノウエ・バルーンが輸出されている国(75カ国)の一覧

し、最近ではシンガポールで毎年開催しているようです。2003年には韓国のパク先生が開催したと聞きましたが、これは国内向けです。シンガポールではアジアから10カ国ぐらい参加していて、これはぜひしっかり続けてほしいとお願いしています。

山口 コピー商品もたくさん出回っていますね。

井上 中国製ですね。それは値段が高いのが難点なので、安くしろといっていますがうまくいきませんね。

山口 大動脈弁や肺動脈弁への適応拡大に関してはどうですか。肺動脈弁は十分かなと思っていますが、大動脈弁ではプラスチック製のバルーンとどちらがよいのか議論がありますね。

井上 大動脈弁のバルーン拡張術はいま症例数が少なくなっています。石灰化弁に対しては効果が一時的でしかないのです。

山口 われわれも先生のバルーンを借りて施行しま

したが、僧帽弁に比べて短時間で再狭窄を起こしますね。

井上 ブリッジとして使うには非常にいいのですが、一時的な効果しかありません。アメリカではいまだに行っているみたいで、私のバルーンを使いたいののでシャフトを長くしてほしいという要望がずっとあります。

山口 肺動脈弁はどうですか。

井上 イノウエ・バルーンはあまり細くならないですから、新生児や乳児に適応するには難しいですね。ただ、成人には膨張スピードが速いですから、よく切れるという利点があると思っています。

山口 イノウエ・バルーンは拡張スピードが速いことが切開効果につながっているのでしょうか。

井上 そう思っています。あまりゆっくりやると、そのときは開いた気がしますが、伸びるだけで、長期には再狭窄してきますので、なるべく速く膨張さ

せるべきだと思っています。

山口 PTMCは、世界的にはまだ対象患者が多いですね。一方、日本では患者さんをみつけるのが難しく、次世代に技術をどう伝えていくかが大きな問題です。20～30例経験といっても何年もかかりますので、なかなか技術が身につかないと思います。その点は残念ですが、世界ではまだ必要性が高い技術だと思います。

..... ステントグラフトの着手から開発まで

山口 ステントグラフトに手を広げられたのはいつごろですか。

井上 1984～85年ですね。そのあと忙しくて実験できなくて、京都に帰ってきた1989年から、京都大学の実験室を借りて始めました。

山口 臨床でされたのはいつごろですか。

井上 末梢動脈が1993年、大動脈は1994年からです。末梢動脈の第1例は鎖骨下動脈です。

山口 大動脈と鎖骨下動脈では大きさが違いますが、アプローチする方法は同じですか。

井上 同じです。鎖骨下動脈もそうしました。

山口 いまステントグラフトはどうですか。

井上 いまはほとんどステントグラフトの仕事をしています。私が開発したものは枝つきが使用できます(図5)。大動脈弓部は3分枝型までできますし、胸腹部、総腸骨動脈も枝つきができます⁴⁾。

山口 枝がつくというのはどういう工夫ですか。

井上 もともとグラフトにリングがついている構造ですから、リングとリングの間ならどこでも枝をつけることができるのが一番の特徴といえます。他のものはZ型またはメッシュ



図5 1999年11月号のCirculationの表紙に掲載された、井上先生が開発した胸部3分枝型ステントグラフト

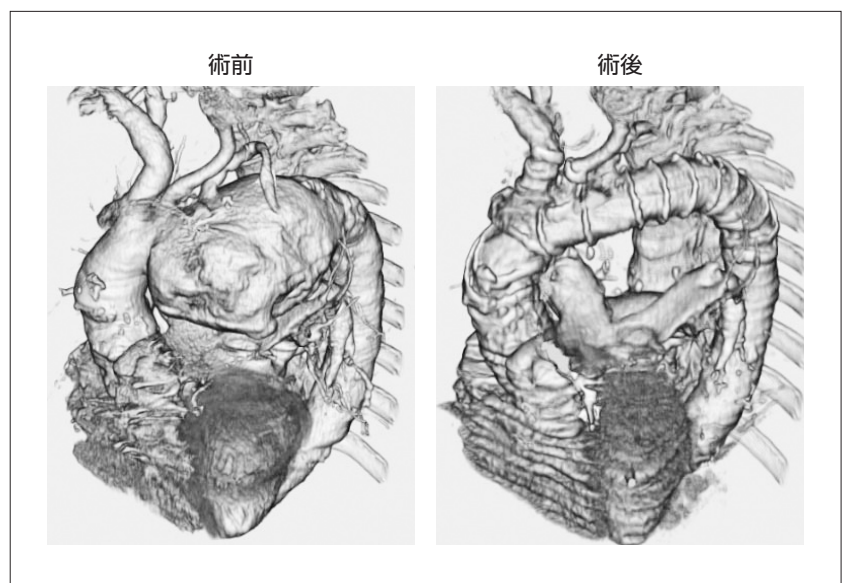


図6 弓部大動脈瘤に対する3分枝型ステントグラフト留置術の術前術後の3D-CT像

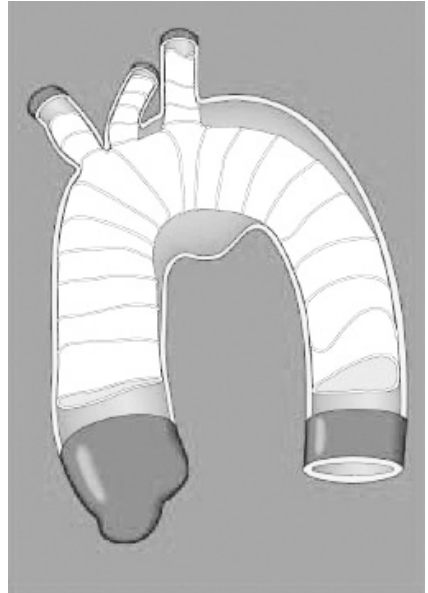
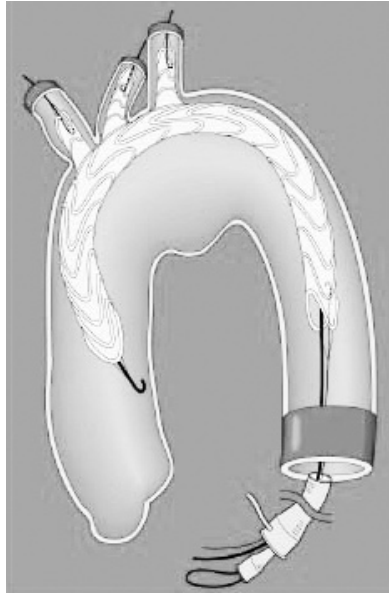
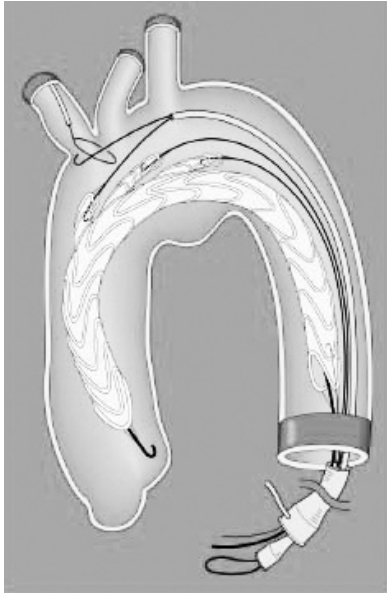


図7 分枝の留置の方法を示す模式図

構造なので、隙間がほとんどないので枝をつけるのが難しい。また、ステントグラフトに枝を引き込む方法が必要なのですが、その特殊な方法を独自に考えました(図6)。

山口 どうやって枝をうまくつなぐのですか。

井上 枝に非常に長いdetachableなワイヤーをつけて、枝もなにもかもたたみます(図7)。Detachableなワイヤーに10Frのガイドカテーテルを被せます。体の外に10Frが出ていますが、detachableなワイヤーをUターンさせて、反対の端をもう1回10Frに入れていきます。ずっと入って行って、10Frの先から出ます。それをつかんで引っ張ります。そうするとガイドカテーテルが入っていてもつれないのです。一番困るのはもつれることです。ガイドカテーテルが入っていると、ガイドカテーテルがどのようにもつれていようと、反対の端から入っていくワイヤーはもつれないので、それが一番大きな工夫でしょうか。

あとdetachableなワイヤーは、簡単にdetachできる仕組みです。detachableなワイヤーは非常に細い

ので、どこでも設置できて、しかも強いので強い力で引っ張っても大丈夫です。それらが成功している大きな要因であると同時に、なかなかまねができないところです。これは1995年に成功していますが、いまだに他のステントグラフトでは追従できていません⁵⁾。

山口 現在、ステントグラフトで医療材料として認められたものがないですね。それは何か障害があるのですか。※注：2006年7月に腹部用ステントグラフトとしてゼニス(米国)が厚生労働省の認可を得た。

井上 私はいまテルモ株式会社と共同に研究していますが、埋め込みということで行政の壁が高いようです。治験を出そうという話はしていますが、まだ少し時間がかかるでしょう。

山口 大動脈瘤に対してステントグラフトを入れる手術は認められているのに、入れるステントグラフトは承認されたものが一つもないというおかしな状況です。1995年から約10年経つわけですから、ある程度確立されて、安定した製品ができてよいと思いますけどね。

井上 成績は安定しています。認められないというよりも、製品開発に対する積極性が欲しいところです。しかし、そこは非常に難しい問題です。

山口 企業には採算性もあるでしょうけどね。

井上 イノウエ・バルーンが非常にスムーズに普及したことを考えたら、なぜこんなに時間がかかるのかと思います。京都大学、慶應義塾大学、国立循環器病センター、小倉記念病院、国立病院機構豊橋医療センターなどが一緒に一生懸命やってくれていますが、なぜもう少し速く進まないのかという気持ちはあります。しかし、現在は治験を始めるという話を進めています。

山口 大動脈瘤に対して、どの範囲まではステントグラフトでカバーできるとお考えでしょうか。

井上 枝つきができますから、ほとんど手術に代わるようなものになると思います。

山口 腹部の真性動脈瘤はもっともよい適応だと思いますが、胸部でも真性大動脈瘤に対しては問題はないですか。急性の解離性のものはどうですか。

井上 急性の解離性のものに関しては、動物実験を行いました。1週間ぐらいで血管壁が破れるのです。ワイヤーを弱くしたり、工夫をしてもだめです。ですから発症してすぐの解離には使わないという臨床方針を立てています。

また陳旧性のものはよいのですが問題もあります。真腔が大きくなるタイプでは5～6年経つと浮いてきます。それはもう一回入れればよいという考え方で行っています。

山口 手術が人工血管で置換してうまくいくというのは、やはり端の部分が問題なのでしょうか。

井上 そうだと思います。これは内側から広がる力で抑えます。手術の場合は内側、外側と補強を置いて2重、3重に丁寧にします。ただ少ないですが、手術でもまた縫合部から解離を起こすことがあります。

アイディアを形に—研究への情熱

山口 イノウエ・バルーンとステントグラフトの開



発と2つの大きい仕事をされましたが、まだこれをしようというアイデアがあるのですか。

井上 いまアイデアはありませんが、取り組みたいと思っています。開発が性に合っていますし、好きなので、世のためになる自分の生かし方を考えるとこれではないかと思っています。

現在はステントグラフトの派生物として、フィルターを研究しています。ステントグラフトを入れるとき、とくに枝つきでは塞栓症を起こすことがあるので、フィルターを併用して行います。フィルターの併用は私が最初ではありませんが、detachableなど、他のものと構造が違うものを研究しています。フィルターは、PTMCで血栓があるような症例で行うときには、一時的に置いて後で回収することも考えられると思っています。

山口 井上先生の研究所は、新しいものをつくるのにポイントがあるのですか。

井上 小さな研究所ですが、新しい治療法を研究するために設立しました。現在はステントグラフトで手一杯ですから、なかなかできませんけどね。

山口 それはどこの施設でも使えるように、ぜひ早く製品化してほしいと思います。ステントは現在のところ動脈を切開しますが、将来経皮的に行える可能性はあるのでしょうか。

井上 当然あると思います。ただ、現状では枝つきは無理ですね。いまシースのサイズは22Frが中心で

ですが、大きいステントで枝がついていると24Frが必要だという感じです。簡単なものでも16Frぐらいです。

山口 その辺ではできる可能性はありますね。

井上 私のステントグラフトはもう少し時間がかかりますが、ステントグラフトでも細いシースを使うものもあります。本当によいかどうかは別にして、細いものをつくる競争はこれからずっと続くと思います。

山口 いろいろな機能をもたせることができるかどうかはまた難しいですね。

井上 ステントグラフトは長期予後が問題です。現在はまだ長期予後を調べる段階ですから、細くするのはその後だと考えています。長期予後ですがあまり強い力で捻じると血管を傷めて、新たに瘤が出たりしますから。

山口 PTMCのように瞬間的によい結果を生めばよいというのは、ちょっと違いますね。

井上先生は外科でスタートされて、特異な人生を歩んでこられました。最後に若い人たちに対するアドバイスをお願いします。いろいろなアイデアがあって、それにいつもチャレンジされて、多少の幸運に恵まれたのかもしれませんが、それを現実のものにされました。バルーンを思いつかれたのも、それに集中して考えていたからと伺いました。

井上 私は大学を出て独自にやってきて、それにはいろいろな先輩の先生方の足跡をたどってきたということがものすごく大きいのです。それと同時に、実験などは自分のアイデアで行うべきです。臨床は絶対に上司のことを聞かないといけません。実験などに関しては自分のアイデアで思い切ったことをすればよい。人からばかなことをするなといわれても、やってよいと若い人にすすめたいです。本当におもしろいアイデアは他人に理解されない可能性がありますから、「他人に何かいわれてもめげるな」といいたいです。

山口 アイデアがなければ新しいものも、新しい技術も産まれないわけですから、最初のアイデアを大

切にするということですね。井上先生のお話を伺っていると、アイデアを実現するまでの情熱もすごいと思います。その馬力の源はどこにあるのですか。

井上 世の役に立つということと、こういうものができたらすばらしいだろうなという夢や憧れですね。私はそういうものを追いかけるのが好きですから。

山口 普通は途中で、「まあ、仕方ないか」と思うところですが、先生は情熱の炎のポテンシャルが大きいのでしょうか。いつまで経っても燃え尽きないような感じがします。井上先生、これからもぜひがんばって、新しいものを世の中に出していただきたいと思います。本日はどうもありがとうございました。

文 献

- 1) ACC/AHA guidelines for the management of patients with valvular heart disease. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Management of Patients with Valvular Heart Disease). *J Am Coll Cardiol* 1998 ; 32 : 1486-1588
- 2) American College of Cardiology, American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to revise the 1998 guidelines for the management of patients with valvular heart disease), Society of Cardiovascular Anesthesiologists, et al : ACC/AHA 2006 guidelines for the management of patients with valvular heart disease : a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (writing Committee to Revise the 1998 guidelines for the management of patients with valvular heart disease) developed in collaboration with the Society of Cardiovascular Anesthesiologists endorsed by the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions and the Society of Thoracic Surgeons. *J Am Coll Cardiol* 2006 ; 48 : e1-148
- 3) Inoue K, Owaki T, Nakamura T, et al : Clinical application of transvenous mitral commissurotomy by a new balloon catheter. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1984 ; 87 : 394-402
- 4) Inoue K, Hosokawa H, Iwase T, et al : Aortic arch reconstruction by transluminally placed endovascular branched stent graft. *Circulation* 1999 ; 100 (Suppl II) : II316-II321
- 5) Inoue K, Sato M, Iwase T, et al : Clinical endovascular placement of branched graft for type B aortic dissection. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996 ; 112 : 1111-1113