

「循環制御」誌上シンポジウム

心臓血管系の超音波ドプラ法

討論風景



シンポジスト	河	西	千	広	氏
	高	元	俊	彦	先
	尾	本	良	三	先
	赤	松		繁	先
	北	畑		洋	先
モデレータ	山	本	道	雄	先
副モデレータ	谷	口	興	一	先

日 時：平成元年12月16日（土）
場 所：経団連会館



河西千広氏

山本(岐阜大学医学部・麻酔科, 現:東海大・麻酔科) 皆様おそろいになりましたので, 本日の座談会を始めたいと思います。

本日のテーマは「心臓血管系の超音波ドプラ法」でございます。シンポジストの方は, 皆様よくご存じだと思いますが, 一応お名前をご紹介します。

基礎領域としてアロカ研究所の河西さん。

河西(アロカ研究所) 私はアロカの河西でございます。主に超音波診断装置の開発関係を担当しております。以前は“断層装置”の開発を行っていましたが, ここのところはドプラを使った血流検出の仕事しております。よろしくお願いいたします。

山本 内科領域としては東京医科歯科大学医学部内科の高元先生。

高元(東京医科歯科大学・内科) 高元です。

山本 外科領域は埼玉医科大学外科の尾本先生。

尾本(埼玉医科大学・外科) よろしくお願います。

山本 麻酔科領域はお2人おられまして, 1人は徳島大学医学部の北畑先生です。

北畑(徳島大学医学部・麻酔科) どうぞよろしくお願いいたします。

山本 もう1方は岐阜大学医学部麻酔科の赤松先生でございます。

赤松(岐阜大学医学部・麻酔科) よろしくお願います。

山本 それから, 私の左側は今日コ・チェアマンをさせていただきます東京医科歯科大学医学

部内科の谷口先生でいらっしゃいます。

谷口(東京医科歯科大学・内科) 東京医科歯科大学第二内科の谷口です。よろしくお願いいたします。

山本 私は今日司会をさせていただきます, 岐阜大学医学部麻酔科の山本でございます。よろしくお願いいたします。

私は岐阜大学麻酔科の教授をやっておりますが, 赴任したのが昭和45年です。そのころに麻酔の講義のカリキュラムをつくりまして, その中に「循環器系のモニタ」というセクションをつくりました。そこで観血的な動脈圧測定とか Swan-Ganz catheter, STI とともに echocardiography の将来性についても講義をしていました。また一方では ICU で echocardiography を使うようにという話をしたことがあります。しかし, 何分, 胸廓から使うこと, 及び性能があまりよくないために, 実際にはあまり使われていませんでした。

私どもの方では4~5年前の昭和59年か60年に国立循環器病センターの麻酔科の奥村先生のところに勉強に行っていた者が帰ってきて, 奥村先生のところで air embolism のモニタとして transesophageal echocardiography を使っておられるということで, アロカ研究所の方をお願いして, 胃カメラの改造をしていただき, 経食道のエコーを開始したわけでございます。そして昭和61年に第7回日本循環制御医学会——今日の雑誌がその準機関紙になっております——が京都であり, そこでMモードのTEEを供覧しました。非常に原始的なものだったのですが, そのころはそれで通用していました。ここ1~2年は手術室でも経食道のカラーの echocardiography を使うようになり, 最近数年間の進歩が大変な著明なものであると考えております。

今年, 1989年にASA(アメリカ麻酔学会)の学会がアトランタであり, その refresher course の中に“TEE”という項目があり, これから麻酔の人も cardiologist もTEEに関心を向けて勉強をしなくてはいけないことが強調されてきました。今日は, 皆様方にご多忙中をお集まりいただきまして大変ありがたいのですが, そういう意味で echocardiography に対する理解を深めていただき, 普及するようにしたいというのが今日の一

つのねらいでございます。

今日は私と谷口先生で皆様方に、こういう点についてお話しさせていただきたいという質問をいたしますので、その事についてお答えさせていただきたい。またほかの方々もそれに対していろいろとお考えがあると思いますので、お話ししていただき、気楽な集まりとして運営していきたいと思っております。よろしく願いいたします。

では、初めに歴史的なことから始めさせていただきますでしょうか。先ほど申しましたように、最近の進歩、発展、あるいは普及は非常に著しいものですが、その発展の歴史について、日本の方の名前が外国文献にも非常によく出ていますので、日本の貢献の度合い、あるいは、できましたら、普及の程度、どういう分野で使われているかというような歴史的なことを尾本先生、お願いできますか。

尾 本 真っ先にご指名を受けました。

TEEのテクニックを心臓血管領域に使い出したのは確かに歴史的には古いですね。Frazin が1976年にMモードで心機能を評価しております。私は先日 Frazin に会いましたが、自分が非常に早くTEEをやったけれども、全く少数派で、そういうテクニックを普及させるには及ばなかったとくやしがっております。

手術中の応用では Matsumoto らが1980年ごろに重要な論文を書いております。はやくから北畠先生のところでも色々やっていますね。それから名古屋大の久永らも非常に熱心にやっておりました。それから山口大の松崎らの仕事はよく外国の論文で引用されています。いずれも立派な仕事をしていますが、余り広くアピールしなかったのです。これが急にはやり出したのはこの4～5年だと思います。そのきっかけとしては、麻酔科領域でこれを大きく取り上げたことが一つの大きな原動力になったと思います。それから、器械を買うためのお金が出るようになったことなどが随分問題になります。直接心臓表面から検査を行うことも相当やられました。やはり結局は、色々のメリットから経食道アプローチにだんだん軍配が上がりかけています。

TEEにカラーがついたのが1985年ごろです。そのころから急に外科医も興味を持ち出しました。カラードブラになって、外科医者でもわかる



高 元 俊 彦 先生

というのがポイントだったと思います。ですから今日では心臓血管外科領域でもTEEがトピックスとなっております。特に解離性動脈瘤の手術の道具としてはなくてはならないものというレベルまでになりました。これについてはまた後ほど発言のチャンスがあるかと思っております。

ですから、今歴史を振り返ってみますと、TEEには確かに十数年の歴史はあるのですが、最初のMモードや“断層”だけの時代には、皆が競ってやるほどには普及しなかった。結局、麻酔科医、心臓外科医も心臓医と一緒に勉強をするようになって急にお金も出るようになり、良い器械も開発されて、理解しやすくなって、皆がやれるようになったということだと思います。

歴史を振り返ると、経食道だけについてはそのように感じました。

谷 口 河西先生、何か御意見ございませんか。

河 西 先ほども尾本先生からお話がありましたが、ドブラの医用応用の歴史は時期的には“断層”の歴史と同じぐらい早いんですね。ところが“断層”の方は途中でぐっと進歩したにもかかわらず、ドブラを用いて血流をはかる方は非常におくれてしまった。その理由は、1つは、非常に小さい血球からのエコーをとるために、エコー信号が非常に弱く、技術的な難かしさから開発がおくれたということがあると思います。そのほかに、断層画像では得られた信号をそのまま画にすれば分るのですが、ドブラ法では古くから得られた信号をスペクトル解析しており、これにこの頃ではあまり使われていないソナグラムを使っていた。これでは患者のデータを数秒、解析するのに長



尾本良三先生

時間かかってしまい、研究的には面白くても臨床的には使えなかったわけです。

それが、近年の電子技術の発達でスペクトルなどもリアルタイムで解析できるようになった。最近、カラードプラもそうですが、血流の流れている情報がリアルタイムで見られるようになったために、ドプラを用いた血流測定は、ここへきて急に進歩したと思います。そういう意味では技術の発達が診断手法の進歩に非常に寄与しているのではないかと思います。

山本 今「リアルタイム」という言葉をお使いになりました。またそういう言葉を教科書などでもときどき見るのですが、echocardiographyの場合に使われている言葉、あるいは画像の表示の仕方について、学会なりで一つの基準のようなものをお持ちなのでしょうか。例えば今回も“Doppler”という言葉で「ドプラ」と書いてあるのもありますし、「ドップラー」という形式で表現している方もおられますが、尾本先生、その辺はいかがでしょうか。

尾本 日本超音波医学会では、「ドプラ」で統一してあります。しかし、ほかから出てきた論文を直すほどの拘束力はありません。ですから、私どもが論文を書くときには「ドプラ」と書きますけれども、私ども自身が書いた古い論文を見ると「ッ」がついていたり、自己矛盾があつて困っています。

それから「ドプラエコー」についてですが、最初は「心エコー図」と心エコー図にドプラ表示をつけたものを“Doppler echocardiography”とか“echo-Doppler”とか云って区別していました。

しかし、現在では、「心エコー図」(echocardiography)だけで充分であると考えております。心エコー図法の色々なモードの中にドプラ・モードがあるにすぎないという考え方です。ですから、第一世代の心エコー図はMモードそのものです。“断層”が使えるようになった第二世代が1970年代です。ですから、第二世代ではMモードと“断層”が使えるのです。第三世代の心エコー図は1983年以後ですが、カラードプラが自由に使えるようになったわけです。くりかえしなりますが、カラードプラも心エコー図法の1つのモードです。

山本 一般的には「心エコー図」と言えば…

尾本 “Mモード”、“断層”は当然として、パルス、連続波ドプラ、カラーとついているので、ドプラエコーとエコーを分けられないという考え方です。

谷口 日本内科学会の用語委員会による内科学用語集を見ますと、人の名前はそのまま原語を使うという決まりがあります。Doppler は有名な物理学者の名前ですから、本来なら原語で書くべきですが、非常にポピュラーになって日本語的にも使われているから、片仮名で書くということがあります。例えば、“Newton”のような場合には片仮名で書く場合もあるのかもしれませんが、片仮名でいろいろな書き方をされると非常に困ってしまうということがあります。ですから、今先生がおっしゃったように「ドプラ」の3文字ということで統一されていれば、論文のときにはそれを用いていただくと一般の人はありがたいと思います。

尾本 しかし、実際には、そうでないものもありますね。

谷口 それから、例えばMモードもドプラもそうですが、波型にいろいろな名称がつけられています。外国と日本を比較して見ると若干の違いがみられます。その辺の統一はなされないのですか。

尾本 AHA(American Heart Association)の分科会によるリコメンデーションがあります。

高元 ASEのことですか。

尾本 そうです。何十ページの文章があつて、名称など色々なことが全部決まっていますが、日本の学者はあまり守っていません。

谷 口 日本の場合だけでも統一はできないのでしょうか。

尾 本 これが問題があるんです。今は世界が小さいですから、皆アメリカに論文を出しますね。例えば今年のAHAに出したアブストラクトは、日本だけで千何百題ときいています。採用されたものが二百数十題です。そういう時代になったので、日本の論文でも、研究者の多くは、AHAのリコメンデーションに従って書きます。ところが日本超音波医学会の用語統一の内容と大きく違っております。ですから二君に仕えるわけにいかないから、どちらかに忠義を尽くしますので、日本でも色々用語が混乱しています。

高元先生はどちらの用語で論文を書いていますか。先生はアメリカかぶれというか、かなり……。

高 元 私は、実は超音波医学会に、American Society of Echo cardiography の二次元断層の断面に関する名称をそのとおりに使っただけで、一般的でないから直しなさいと、リジェクトではないですけども、リコメンデーションをもらっています。アメリカでは“inferior septum”という言い方をし、「前壁中隔」に対して「下壁中隔」をASEはリコメンデしているわけですけども、日本では「下壁中隔」というのはない、だから「下壁」と書けと言います。

谷 口 病理学者に言わせると、「下壁」というのはない、心臓はただ斜めになっているから下に見えるだけで、前壁があって後壁しかないのだと言われています。

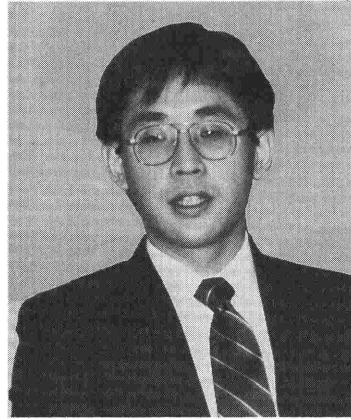
尾 本 そうですね。心臓の解剖ですら言い方が違っているものがありますね。

山 本 日本語については、統一した言葉は今のところはまだないわけですね。

尾 本 皆望ましいと思っているけれども、できていない。しかし将来的には、力関係から言うと、American Heart Association に負けるのではないのでしょうか。

山 本 それで、先ほど申しましたけれども、画面表示の仕方は統一されているのですか、食道から見たのを胸部から見たように表示してあったり、いろいろあるようですが。

尾 本 先生、これは北畑先生がお詳しいと思いますが、日本とアメリカは全く反対です。先生から説明してください。



赤 松 繁 先生

北 畑 そうですね。私自身も少し混乱しているのですが、TEEに関しては昨年 Mainz の学会で国際的に統一しようという動きがあったと思います。Mayo Clinic の Tajik や Mainz の Erbel らを中心にして、現在はTEEに関しては患者の頭側から見た断面図を基本的には使っています。尾本先生方は逆の View を使われています。この辺は、でも、アメリカ自身の基準が何度か変わってしまったので、古いスライドを見ていると逆だったりして、最近TEEを勉強し始めた麻酔医としては内科の先生方に早く国際的に統一していただければと思っています。

尾 本 今年アメリカで心エコー図の学会が発展し、独立してちゃんとした学会になりました。発会式がこの6月という通知が来ています。今後は更に強くなりますので、これからは高元先生、しようがないからこれに従ったらどうかと思っているんですよ。

高 元 そうですね。

尾 本 目下は争っているところです。

高 元 ヨーロッパはだめなのでしょう。ヨーロッパは意外とアメリカの言うことを聞かないです、日本はすぐに聞きますけれども。

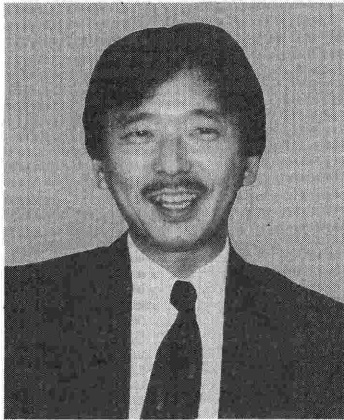
尾 本 ヨーロッパはおそらく独立独歩でしょうね。

高 元 ほかの分野でもそうです。

尾 本 ですから、CIRCULATION みたいな雑誌でも、向きが逆だからといってリジェクトはしない。

谷 口 赤松先生、何か御意見がありますか。

赤 松 我々は、映像表示には上下反転像を用



北畑 洋 先生

いております。左室短軸断面などでは通常の経胸壁心エコー図法では左室前壁が上に、下壁が下になりますから、経食道心エコー図法でも同様に左室前壁が上になり下壁が下になるように上下反転像を用いているわけです。また、開心術などでモニターとして経食道心エコー図法を用いる場合には、ふだん心臓を見ているのと同様な像の方が使いやすいと思います。我々麻酔科医が手術中立つ位置は通常患者の頭側になりますので、患者の頭側から心臓を眺めたような映像になるように上下反転像を用いております。尾本先生や神戸中央市民病院の吉川先生の使っておられる表示方法と異なりますが、われわれ麻酔科医としては上下反転像の方が使いやすいと考えております。

アメリカでも映像表示法は統一されていないようですが、昨年 Atlanta で行われた American Heart Association の時に、経食道心エコーの映像表示の recommendation を American Society of Echocardiography が作るという動きがあったようですが、その後どうなったのでしょうか。

尾本 一応出ましたが、日本にもそれに反対のチームもいます。

赤松 recommendation が出たら我々もそれに従わなければいけないかと思っておりました。ところが、今年の日本超音波医学会に Mount Sinai Medical Center の Prof. Ritter が来られて招待講演をされましたが、その時 Prof. Ritter は上下反転像を使っておられました。経食道心エコー図法がアメリカで広がりだした頃に上下反転像が用いられなかったのは、以前のアメリカ製の装置にはディスプレイの上下を反転する機能が付

いていなかったことが理由のようです。というようなことで我々は今のところ慣れております上下反転像を使っております。

尾本 この前、日本臨床心臓病学会が京都でありましたね、会長が伴先生で、サンフランシスコ大学の Schiller がこれからは、日本の研究者の意見を少しは聞くと言っておりました。少し軟化しています。

谷口 とりあえず、今日の座談会を文章にするときには「Doppler」は「ドプラ」でよろしいですか。まちまちなものですから、これをやはり統一しておきたいと思えます。

尾本 北畑先生は「ッ」と音引きで書いていますね。

北畑 いや、Doppler は人名なので日本語で書いたことがなくて。

赤松 我々は日本超音波医学会関係に発表させていただくときには、尾本先生がいつもおっしゃられるように「ドプラ」を用いております。しかし、日本心臓病学会は、東京大学の坂本先生のお考えによるものだと思うんですが Journal of Cardiology を見ましても「ドップラー」で統一されておりますので、我々も「ドップラー」を使って投稿させていただいております。学会内では統一されていると思われませんが、学会間では統一されていないようです。

尾本 この雑誌は統一した方がいいですね。

谷口 いや、「ッ」が入るとちょっと発音が変わってくるような感じがするので、片仮名で書く場合には「ドプラ」に。

山本 「ドプラー」と延ばしますか。延ばさないで「ドプラ」で切りますか。

谷口 今のところは「ドプラ」がよいと思います。「pacemaker」の場合も後を延ばさないで「ペースメーカー」ですね。ここでは「er」に音引き「ー」をつけないで書くことにします。

尾本 とりあえず「ドプラ」にして、先生方の原稿が集まった最後に、編集の段階で先生が直して下さるということでは……。

河西 今は日本語の話ですけれども、英語の場合について、先ほど先生がおっしゃったように、そもそもこれは物理学者の Doppler という人の発見ですから頭文字を大文字で書くべきなのですが、人によっては、最近、小文字で書いている人

も見受けられるんです。だんだん人の名前というよりも方式のようになってきたものだから小文字で書いているのだと思うのですが……。

谷 口 物理学の本をみても、横文字をそのまま使っているのもあるし、片仮名で「ドプラー」と、延ばしたのはありますけれども「ッ」は入っていません。

河 西 英語で書く場合は、Doppler の“D”はやはり当分は大文字で書いた方がいいのではないかと私は思います。

谷 口 物理学で「ニュートニアン」というのはもう形容詞になっていますね，“newtonian fluid”と、その場合は、形容詞にするときにはもう小文字になっています。けれども“Newton”と書いてあるときには大文字を使っています。ただ，“doppler technique”の場合は小文字の“d”を使った論文が随分出ているでしょう。

河 西 このごろはふえていますね。

尾 本 その場合は非人格的な Doppler をさすのだと思います。

山 本 わかりました。何か、そういう名前からしてまだちょっと不統一な点があるということでございますね。ありがとうございました。

先ほどのお話にもありましたが、麻酔科が特にTEEに関心を示して、それが発展の原動力になったということですが、手術中のモニタとしてどのような目的に使われているかについて、北畑先生、赤松先生にお願いしたいと思います。一般的なお話で結構でございます。

では、北畑先生、どうぞ。

北 畑 我々麻酔医、特に心臓麻酔を担当する者にとっては、周術期の心筋梗塞の予防は大きな問題で——古くは Tarhan や Steen らの論文によって術後の心筋梗塞を起こしやすリスクファクターのようなものが言われております。1985年ごろにテキサスの Slogoff らが、術中に起こった新しい心筋虚血が術後心筋梗塞発生の非常に大きなリスクファクターであると述べ、この考えは現在は麻酔医の間ではほぼ一般化されています。我々麻酔医にとっては術中の心筋虚血をいかに予防するかが重大な関心事です。以前は心電図によるSTセグメントの変化を心筋虚血のサインとして使っていましたが、その後は心臓手術では肺動脈カテーテルをほぼ全例に使っているところが多く、



山 本 道 雄 先生

wedge-pressure の trace において巨大V波が見えることなどによって心臓虚血が言われていたのですけれども、麻酔科領域では Cahalan らからでしょうか、wall motion abnormality が心筋虚血の非常に早期の指標であると言われ出しました。術中に wall motion abnormality を指標として心筋虚血の早期診断をし、もしそれが見つかったら早期に治療をする。

現在、麻酔管理としては、このような心筋虚血に関してのTEEの利用が最も多いと思います。コストの問題もあり、カラードプラーの普及率はアメリカでもまだ高くないと思いますし、日本ではもっと低いのではないかと思います。しかし、最近では日本人にもどんどん欧米並みに虚血性心疾患の患者の増加が見られ、そういう患者の侵襲の大きい一般手術のときには心臓手術以上に心筋虚血を知るよい手法はないかと探していたときなので、日本でも将来はTEEが肺動脈カテーテルと同じようにルーチンのモニタとして普及していくのではないかと思います。

去年のASAだったと思いますが、Curling が Anesthesiologist-cardio-grapher が手術や麻酔中の舵取りの役目をしていくことの重要性に関して発表しました。これに対して Kaplan らは像の描出など、テクニク的には比較的簡単であるが、重要なのはどれだけが診断能力があるかということで、もし正式なトレーニングを受けないでこういう方法で行うことが広まってしまったら、wall motion abnormality も虚血以外のいろいろな原因で起こるように誤診の危険もあり、American Society of Echocardiography の training level な



谷口 興一 先生

どを持ち出して、cardiologist の指導を受けてある期間トレーニングを受けることの重要性を説いています。麻酔医のためのエコー研修プログラムに関しても、これからはアメリカの方では大分考えられていくように思います。

山本 先ほど申しました国立循環器病センターでは、air embolism を発見するためのモニタとして使っているのですが、先生方はそのようなご経験はありませんか。

北畑 開心術においてはもちろん air embolism のチェックとして使っていましたが、座位の脳外科手術などでは手術時間や体位の問題もあり、そういう方面では使っていないのですが。

山本 echocardiography で ejection fraction などが測定できると思いますが、そういう心機能に関してはいかがでしょうか。

北畑 一般的には手術中は時間がないというか、非常に早い診断を要求されるので、全般的な心機能の評価にはオーソドックスにMモードの左室断面像から ejection fraction をはかったり、dual Bモードで endodiastolic と endo systolic の LV short-axis view をフリーズして、その面積から area ejection fraction を出します。あとは、一部では、体表からとTEEによる下行大動脈でのドプラ測定によって、非侵襲的に心拍出量を連続モニタする方面でも研究が進むと思います。

山本 赤松先生、何かありますか。

赤松 今年、経食道心エコー・ドプラ研究会が発足しました。この研究会のメンバーは、現在は循環器内科の先生方が中心で、麻酔科で参加しておりますのは我々だけですので、山口大学

の松崎先生を中心に開かれました第一回研究会で「術中モニタとしての経食道心エコー図法の有用性と問題点」と題しまして、いろいろ報告させていただきました。まず、北畑先生も今おっしゃられました、経食道断層心エコー図によります左室の壁運動の観察は、周術期の心筋虚血に対するモニタとして極めて有用な方法であるとされております。1985年の *Circulation* に University of Californis, San Francisco の Smith らの術中の心筋虚血のモニタとして心電図よりも経食道断層心エコー図の方が鋭敏であることを示した著名な論文が掲載されましたが、その後も同様な研究が報告されております。今年の *Anesthesiology* には、A-C Bypass 症例において周術期に新たな左室壁運動異常が認められた症例はその後の経過が悪く、特に、人工心肺離脱後の壁運動異常は予後と関連しているとする論文が掲載されております。この術中の左室壁運動の研究は、スコア化して評価したりして、Duke University などでも立派な研究がされております。壁運動の観察は今回のテーマのドプラ法ではなく断層心エコー図なのですが、術中の心筋虚血がドプラ法でモニタできないか我々も検討しております。我々はパルスドプラ法を用いて左室拡張能と関連づけて検討をしておりますが、術中は心拍数をはじめ、左室充満圧、前負荷など様々な因子が時々刻々と変化しますので評価はなかなか難しく、今後の課題と考えております。

また、超音波ドプラ法は弁逆流血流に対し鋭敏ですので、術中の弁逆流の評価、循環管理に経食道ドプラ心エコー図法を役立てることが出来ます。これは弁膜症の患者に限らず、弁膜症ではない症例、健常者にもあてはまります。と申しますのは現在では生理的弁逆流が我々健常者でも存在することが明らかとなってきたからであります。弁逆流血流は、特に僧帽弁逆流血流などは循環動態の変動に伴い大きく変化します。手術侵襲などのため後負荷が増大しますと僧帽弁逆流血流量は増加し、プロスタグランディンE₁などの薬剤で血管拡張療法を行いますと逆流血流量が減少しますが、経食道カラードプラ法により逆流血流の変化、血管拡張法の硬化を実時間で映像として捉えることができます。このような心腔内で発生している血流の変化をモニタすることは、術中の循環

管理の大きな手助けとなります。

それから、パルスドプラ法による左室流入動態や肺静脈血流動態の検討により、術中の心機能の研究もまだまだ行われていくと思います。術中は心拍数、前負荷や後負荷などが瞬時に変化し、現在用いられている心機能の指標に影響を与える因子が多いため、この分野の研究は難しい点があるのですが、今後も検討されていくと思います。

それからもう一つ、麻酔科領域では先ほど山本先生がお話になった空気塞栓の問題があります。私も循環器病センターに勉強に行っていたことがあり、その頃から経食道心エコー図法による心腔内空気のモニタということには非常に興味を持っておりました。

坐位手術は近年減少してきているようですが、これはある意味では経食道心エコー図法が心腔内に容易に空気が流入することを示したため、坐位手術が危険な体位であると認識され減ってきたのではないかと思います。心腔内空気のモニタとしての経食道心エコー図法は、しばしば over-diagnosis になるほど鋭敏です。従来、空気塞栓のモニタとしては肺動脈圧や呼吸終末炭酸ガス分圧の測定が用いられてきました。しかし、これらのモニタがアラームを発するのは循環動態に変動が起こってからの場合が多いのです。循環動態に変動が起こる以前に心腔内の空気を検知できるのが経食道心エコー図法なのです。

坐位手術は脳外科手術が多いと思いますが、空気塞栓のモニタのために麻酔科医が術中ずっと心臓の画像ばかり見ているのもおかしな話です。断層心エコー図の右房内にパルスドプラのサンプルボリュームを設定してドプラ音を聞くことにより聴覚でモニタすることが可能となります。心腔内に空気が流入すると明らかにドプラ音が変わりますので、その時エコー画像を見ることにより空気の流入を確認することができます。心腔内に空気が流入すれば吸引しなくてははいけませんから、早期に検知することが重要なのですが、この意味で経食道心エコー図法が最も優れたモニタ法と言えらると思います。

空気塞栓は、最近では肝臓外科手術時にも起こると報告されていますので、この方面の研究は今後とも必要ではないかと思っております。肝臓外科の患者は肝硬変の人が多く、経食道心エコー図法を

施行する場合には食道静脈瘤があるかどうか問題になります。現在我々は食道静脈瘤のある症例には経食道心エコー図法を施行していません。ところが、尾本先生のところでは経食道心エコー図法で食道静脈瘤の血流を検討されております。もちろんこれは誰が行ってもよいというものではないと思いますが、非常に驚き感動した覚えがあります。

山本 尾本先生にはその点について後ほどまたお聞かせいただきたいと思っております。

今赤松先生がP A云々と言われましたけれども、私たちが心機能を見る場合には、従来は心機能曲線として、横軸に圧、縦軸に容量として見ていたわけですね。例えば Swan-Ganz catheter も容量ももちろんはかりますけれども、この echocardiography はそういうものにとってかわるものでしょうか。それともinvasiveな圧測定は当分続くものなのでしょうか。

赤松 肺動脈圧の測定はもちろん続くものであろうと思っております。しかし症例によりいろいろな場合があり、Echocardiographyの方がより確かな情報を与えてくれる場合もあります。例えば開心術の中でも、僧帽弁形成術の場合には心内修復がうまくいったかどうか評価するには圧測定よりも経食道ドプラ心エコー図法の方が明らかに有用となります。左室の収縮機能が悪くて血圧がでないのか、僧帽弁逆流がどうなっているのか評価するのに、弁形成術の場合には経食道心エコー図法は他に代わるものがないくらい威力を発揮します。麻酔科医にとって弁機能がどうなっているのかわからないままに管理するのと、弁機能を認識して管理するのとでは循環管理法に違いがでてきます。

また、手術自身は心臓血管系と離れますが、ileusの症例など血管透過性が亢進して third space に水分が漏出する症例でも、Echocardiographyはいろいろと情報を提供してくれます。このような症例では大量に輸液をしますが、なかなか十分な尿量がえられません。さらに輸液を続けると尿の流出が良くなり血行動態が安定してくる症例もあります。ところが、輸液をすれば尿量は乏しいにもかかわらず中心静脈圧がどんどん上昇してくる症例があります。Swan-Ganz Catheter を挿入してみると、中心静脈圧は高い

けれども肺動脈楔入圧は低い症例が結構あります。つまり肺循環の介在により右心系と左心系が異なった状況になるわけですが、このような症例では Echocardiography により心臓の大きさから前負荷を評価することもでき非常に有用であると思っております。また、ドプラ法を用いますと左心系と右心系で流入動態が異なることがわかり、循環管理に役立ちます。このような、心臓外科手術以外の一般外科手術でも我々は経食道心エコー図法をよく利用しております。

山本 赤松先生の言われることは、PAの測定は残るであろうと。

赤松 肺動脈圧の測定はもちろん必要だと思えます。

山本 けれども、それにまさるかはわからないけれども、echocardiography はより多くの情報を与えてくれるので重要であると理解してよろしいですね。

赤松 はい、それから invasive か non-invasive について、経食道心エコー図法は全く noninvasive であるとは言えないとは思いますが、観血的モニタではありません。もちろん乱暴な操作は非常に危険です。我々も探触子の挿入をあきらめた症例が数例ありますが、そういう症例はやはり無理をしないことも必要ではないかと思えます。

谷口 要するに、今話題になっているのはTEEによるモニタが有用であるということですが、確かに非常にすぐれた点を有し、かつ今までにない情報がたくさん得られるという特徴があります。vital signs を表わす確実な指標として従来から血圧があります。心臓外科の手術では、血圧が著しく低下した場合を考えて、必ず測定ができるように、cannulation をして invasive に動脈圧をはかることが行われています。これはやはり必要でしょうか。経食道エコーが発達して有用であるといっても、血圧の測定に関しては必要ではないでしょうか。

赤松 それは麻酔管理上の血圧の意味でしょうか。それとも開心術での心内圧測定のことなのでしょうか。

谷口 すべての手術に際しての血圧モニタということです。

赤松 観血的動脈圧測定は、信頼できる最も

重要な情報を持続的に提供してくれますので、これはやはり必要だと思います。

山本 尾本先生、何か追加していただくことはございませんか。

尾本 気付いたことを云いますと……。食道静脈瘤のある人に経食道エコーは安全かどうかについては、一応安全に検査可能と考えております。

次に安全についてですが、awake か麻酔下かという問題があります。一般的に云って非常に注意をして、上手な人が実施する場合には、awake でTEEの検査をする場合はリスクは皆無だと思います。

むしろ麻酔下の方にリスクがあります。患者は、苦痛を訴えませんか……。

私から一つ聞いていいでしょうか。脳外科の手術中に air を吸うとどんなふうにエコーで見えるのですか、私は経験がないのですが。

赤松 急激に多量の空気が流入する場合と、少量の空気がじわじわ流入する場合があると思いますが、多量の場合にはコントラスト剤を中心静脈からいっきに注入したようになり、少量の場合にはいわゆる bubble が心腔内にだんだん舞いだしてきます。

尾本 ふだんは入らないのですか。ゼロですか。

北畑 座位のときに。

尾本 ふだんはちょっとは来るのでしょうか。ちょっと来ないのですか。

北畑 それは静脈圧との関係で……。

赤松 座位手術は後頭蓋窩の開頭手術が大半ですが、ちょうど手術台の上に膝を抱えて座ったような体位で手術を行うわけです。従って、術野は心臓よりもかなり高い位置になります。しかも後頭蓋窩の静脈は、静脈洞など周囲の組織が固く一定の容積をもった血管であるため、静脈圧が低くなり容易に空気を吸引する傾向があるわけです。

尾本 するとシャワーのイメージですか。

赤松 シャワーといえますと。

尾本 日常、人工心肺では、微細な air の bubble が少量入ることはご存じでしょう。もちろん無害なレベルですが。

赤松 そうです。少量な場合はそのような小さな bubble が少しずつちよちよちと入ってきます。

尾本 そういうのは全く無害でしょう。

赤松 はい。しかし多量に流入する場合には、エコーの画像では瞬時に右房内が bubble に占められるようになります。

尾本 わかりました。どうもありがとうございます。

山本 結構なのですが、今尾本先生のお話にもありましたが、食道の静脈瘤はあまり関係がないと。合併症としてはどんなものが今までに起こっていますか。

尾本 私どもの施設では少ないです。今までで TEE は 700 例ぐらいだと思いますが、そのうちの 200 例がパイプレンで、ちょっとプローブのサイズが大きいです。ですから 500 例ぐらいが通常の経食道プローブですけれども、今まで合併症はありません。それから挿入不能例は 1 例です。よそは 1~2% は入れられなかったというレポートが多いのですが、私どもではそれより低く、0.何%です。

山本 声帯の麻痺が言われていますが、そういうこともありませんか。

尾本 いや、それも一切ない。

それから、本当に sepsis になるのですか、経食道をやるのに予防的に抗生物質の投与がリコメンドされているでしょう。考えられないのです。

山本 高元先生、どうですか、合併症について。

高元 うちでは覚醒患者に 100 例ほどやりましたが合併症はありません。喉の spasm や恐怖で入らない人はいますけれども、セルシンを 10 mg ほど静注してやりました。すると今度は喉の spasm の患者も、プローブがきちんと食道壁に圧着しないことが起こりますが、多少アングルをかけると接触しますので、全然問題はありません。あとは、麻酔科の先生方の協力を得て、腹部大動脈瘤の Y graft などの手術にも応用しています。胸部外科の手術に際してはやはり手術時間が非常に strikt なものですから、あまり歓迎されませんが、これは多分に外科サイドの趣味の問題かもしれませんが、血管外科の方は、ぜひ経食道エコーをやってください、と言います。その理由としては、graft の再建のときに一時間近くの cramp があり、血圧が上がりますし、その時心拍量は著明に減少します。特に手術を受ける患者さんに高

齢者が多いので、そういう afterload の増大に対する心機能の評価が問題となります。

術中経食道心エコーは開始してから約 1 年になり、週平均約 2 例をコンスタントにやってきましたが、合併症に関してはやはり 1 例もありません。

尾本 山本先生、ちょっと私の言葉に誤解があっただけではないので補足したいのですが、私どもでは、エキスパートの 3 人すべて TEE をやっております。3 人のなれた人間だけがやれば何も無いということで、なれない人はやってはいけないと思います。

なお、1,000 例、2,000 例という施設では、報告例でご存じのとおり、死に至る合併症まで出ています。ドイツでは TEE の national registry レポートを出しています。死亡例はありませんけれども、やはり大出血やいろいろなことが出ています。ですから 1 万例ぐらいの awake のレポートですが、極めて低いリスクでやっているようです。本邦では死亡例の報告は 1 例ぐらいあったように思います。

山本 後ほどお伺いしようと思っていたのですが、尾本先生のところでは患者への説明、患者からの informed consent はどのようにしておられますか。

尾本 私どもは割合厳しいです。ですから単なる検査の目的ではやりません。手術の術式にかかわる方針決定だけです。ですから、私どもの症例数は少ないです。急性解離性患者が来たときには awake で TEE をやります。それは解離の病態を DeBakey の type I・II と III に分けて、type I なら直ちに手術場、type III なら保存的にコントロール。要はその治療方針ストラテジー決定のためです。あとは、ほとんど perioperative です。ですから、informed consent は一応文書でもらっています。それには「危険がありうる」と書いています、実際にはないと思っていますけれども。

awake でプローブを入れる場合はマンシットを巻いて血圧を測定しています。そんなに破裂の危険のある患者にシャフトを入れたら本当に破れないかということです。血圧測定をしていますけれども、約 20 mmHg 位上がりますね。ですから、やはりリスクは 0 ではない。しかし今までに入れたから破れたという症例はありません。

山本 今の、患者への説明ですが、ほかの先生方はどのようにしておられますか。特別に何かおっしゃることはありませんか。高元先生はどうでしょうか。

高元 うち awake でやりますから、やはり説明しませうけれども、心臓カテーテルにかわる検査、あるいは心臓の手術に必要な情報を得るための検査であると説明して、やっています。危険性があるとは説明していませんが、胃カメラと同じような検査で、胃の中から超音波を使って心臓の写真を撮り、経胸壁的には見えないものを見ると説明しています。

山本 北畑先生、アメリカではどのようにですか。

北畑 うちではモニタとして使用しているのですが、研究用としても使っているのですが、research committee を通しています。そういう委員会から指導を受けて、やはり文面で患者の署名をもらった informed consent を全例から取っています。

赤松 合併症の件で、先日貴重な経験をしましたので少し話させていただきます。尾本先生のところでも御使用になられておりますが、最近直径が6.8mmの小児用の探触子が開発されました。我々も数例で使用しましたが、先日総肺静脈還流異常症の3kg程の新生児の手術の時に経食道心エコー図法を施行しましたところ、探触子を挿入すると血圧が著しく低下するというを経験しました。探触子を左房の背側まで挿入すると血圧が低下し、左房の位置よりも引き抜くと元の血圧に戻るとい現象が再現性を持って繰り返されました。この症例は、大きな common chamber があり左房が極めて小さい症例でしたので、小児用の直径が6.8mmの探触子でも、左房が探触子により圧迫されて循環動態に影響を及ぼしたのではないかと考えられました。幸い何事もなく無事終了しましたが、貴重な経験であり、左房の小さな小児ではこうしたことも注意しなくては行けないと思います。

尾本 何kgですか。

赤松 3.5 kg ぐらいだったと思います。

尾本 かなり小さいです。私どもで一番小さいのが2.8 kg ですが、安全にやりました。それから、David Sahn からの報告では最小体重は

2.5 kg です。私は「それは小さ過ぎるのでおよしなさい」と言いましたけれども、彼は「いや、使う」と言っていました。私は小ささを競うオリンピックではないと思うので、そんな小さいのには使うなど言うのですが、小さい患者に使うときはむしろ気道の圧力に気をつけるように今は考えております。

赤松 術中の場合は、気管内挿管して行っておりますので気道の閉塞の問題はほとんどないと思います。先ほどの総肺静脈還流異常の症例を、一昨日小児科の依頼で心臓カテーテル検査時に経食道心エコーも re-study を行いました。今回は全身麻酔下ではなく鎮静して自発呼吸下に施行しましたが、探触子を挿入しても全く血圧の低下は起こりませんでした。手術により左房が広がり解剖学的に心臓の構造が変わったせいかも知れませんが、全身麻酔下と意識下ではやはり状況が異なるのではないかと思います。尾本先生のところが前回の日本超音波医学会で御報告されていたように意識下で経食道心エコー図法を施行すると安静時とは血行動態が少し変化しますが、全身麻酔下の場合は状況が異なるように思います。

尾本 そういうことはあると思います。

手術中にシャフトを入れていて、知らぬが花ですが、実際に左胸腔に手を入れてみると、こんなに乱暴をしているのかなと思います。食道を手で触れてみると、まるでシャフトが飛び出しているのではないかというぐらいです。実際は結構乱暴していますよ。あれに触るとぎよっとします。変な話ですが触らないでやっているとこがいいところかなと思っています。本当を言うと結構恐いです。かなりなものです、テントみたいになんかになっていて。

もう一つの注意は、心臓手術では、ともかく人工心肺が回転したら、電源は切らなくていいのですが、トランスジューサーの power は切ることです。そうでないと、温度が上がる危険がありますから。それからヘパリンに入った後で挿入しない。ヘパリン前に挿入する。そうして検査を一応終わる。人工心肺が回ったら power を切る。そうして、開心操作が全部が終わって自己心による循環が始まったら、もう一回検査をする。そのエチケットを守らないといけません。

この方法はこんなにいいのに、もしも合併症が

あったために、方法論が悪いとって排外されるのを私は一番忌み嫌います。だからよく気をつけようと思っています。

谷 口 今までは術中、あるいは術前、術後を含めたモニタとして、あるいはそれに伴ういろいろな合併症などについてお話ししていただきました。今度は内科的な応用といいますか、診断についての討論に移りたいと思います。これも、最初のMモードから始まって、カラードプラに至る経過で、得られる情報が非常に豊かになってきたことは恐らくだれも異論がないことだと思います。けれども、具体的に経胸壁で行った方法に比べて、経食道法は診断の精度、質、範囲がどれぐらい変わったかをお話しいただきたいのです。最初に高元先生から。

高 元 経胸壁とTEEで……。

谷 口 そうです。経食道のカラードプラ法の出現によってどれぐらい診断面の精度、質が上がり、また診断の幅がどのくらい広がってきたかということについて経胸壁とTEEを比較しながら話して下さい。

高 元 今日の話は経食道心エコー図ということですが、内科の側から、TEEが実際にどれぐらいの頻度で使われているかといいますと、ドプラ法全体の中から見れば5%ぐらいの頻度しか占めないわけです。内科領域では、術中の検査が主体になっているわけではありませんし、TEEを手術を前提にして施行しているわけではありません。ですから、外科の尾本先生や麻酔科の先生方を相手にすると多勢に無勢という気がしますが、私自身が経食道エコー法の臨床応用を始めましてから、情報が非常に豊かになった、こういう面ですぐれていると思うことが幾つかあります。その1つは先天性心疾患の的確な診断だと思います。特に心房中隔欠損、あるいは心室中隔欠損、PDAも含む短絡疾患を有しているものの診断は非常に正確で、場所、大きさなどが診断できます。ピンホールのような小さな欠損孔で短絡率10%にも満たないようなASDさえも明瞭に観察され非常に驚異を感じています。

もう一つは弁膜疾患です。例えば僧帽弁閉鎖不全があるとか、ないとか、そういう定性的な評価、あるいは一定の重症度評価までは経胸壁的な検査法で可能なわけですけれども、特に弁の支持組織

に関する情報が超音波医学会やいろいろな学会でも、いろいろな施設から詳細に集まる——例えば感染性心内膜炎で、どこの、chordae が何本切れているとか、vegetation が何個あるというふうに、外科の先生が手術をする前にお教えできるようなところまで、非常に鮮明な画像が得られます。経胸壁だとどうしても超音波減衰があって左房や左室の部位ではあまり鮮明な映像が得られません。

経胸壁だけでなくTEEをやってよかったと思うものに、あと腫瘍があります。他大学から左室の血栓か腫瘍 (fibroma)か、鑑別してほしいと紹介された患者さんで、心筋梗塞のevidenceはありません。本当は突然見つかった左室血栓だったのですけれども、開胸手術をするべきか否かで最終的に経食道心エコーをやりました。組織性状や付着の部位、形態などを経時的に追って、そのサイズが縮小したりする所見から血栓と診断して、開胸手術をしなくて済んだものがあります。このようにむだな手術を省くことができる意味では、患者さんにとっては大きな利益になります。

人工弁については、後で赤松先生からも話題が出ますので省略しますが、内科の側からsurgeonの側に送るような疾患について、これまでなかったような詳細なレポートが書け、外科医に信頼される内科医になれますし、100例に1例でもむだな手術を省ければ非常に有益です。

谷 口 赤松先生はmitral regurgitationについてを詳しく書いておられました。それに関して何か追加、あるいは経験上重要だと感じられるようなことがあればお話しして下さい。

赤 松 我々が経食道心エコー図法にカラードプラ法を使える探触子を用い出しました頃、3年くらい前のことですが、ちょうど循環器内科の学会で健常者弁逆流が話題になっておりました。神戸中央市民病院の吉川先生らが、胸壁からの超音波ドプラ法で健常者に弁逆流信号が高頻度に検出され、健常者にも弁逆流が存在するとおっしゃられ、学会でいつも議論になっていた頃です。当時は、右心系には健常者弁逆流が存在するのであろうと認められてきておりましたが、まだ左心系の僧帽弁、大動脈弁に本当に健常者弁逆流が存在するのか、アーチファクトではないと言い切れるのかと議論されておりました。ところが、経食道ドプラ心エコー図法で検討を行いますと、ほとんど

の症例で僧帽弁逆流血流を捉えることができました。健常心でも正常機能の人工弁でもです。胸壁からの検討では、微小な僧帽弁逆流の場合、僧帽弁の閉鎖に伴う信号などのアーチファクトとの鑑別が問題になりますが、経食道の場合はあまり問題になりません。僧帽弁は mitral valve complex と呼ばれる複雑な形態をした、比較的柔らかい弁ですので、三尖弁と同様に多少の弁逆流は起こってもあたりまえじゃないかと考えるようになっていたのですが、経食道ドプラ心エコー図法により健常心においても極めて高頻度に僧帽弁逆流血流が検出されることに、私自身驚きました。我々のデータでは、健常心の94%程で僧帽弁逆流血流を検出することができました。中にはアーチファクトと鑑別が難しいような逆流血流もありましたが、後負荷が上昇すると逆流量が増加して明らかな逆流血流と判断できる場合がしばしばありました。

健常者僧帽弁逆流の検討の場合、胸壁からのアプローチでは探触子から比較的遠い部位の微小な血流の検討になりますので、超音波の透過性、減衰の問題が逆流血流を捉えることができるかどうかに影響を与えます。高齢者では超音波が入りにくく透過性も悪いため、加齢に伴い逆流血流量が増加しても胸壁からの超音波ドプラ法により捉えられる逆流信号が小さくなったり、場合によっては捉えられなくなる場合があると思われます。そこで、患者側の要因の影響を受けず、超音波の透過性、減衰の問題なく僧帽弁逆流血流を検討できる経食道ドプラ心エコー図法を用いて、健常者僧帽弁逆流血流の年代別検討を試みました。結果は今年の日本循環器学会でも報告いたしました。加齢に伴い弁およびその支持組織に変化が生じるのか、高齢者になるにつれ逆流血流量が増加する傾向がありました。このように経食道カラードプラ法では、健常心でもほとんどの症例で僧帽弁逆流血流が検出されるわけですが、これらの生理的範囲内の逆流血流と僧帽弁逆流症の病的逆流血流を区別しなくてはなりません。そこで、健常者僧帽弁逆流血流を含めて僧帽弁逆流血流の半定量的評価を、経食道ドプラ心エコー図法により試みたわけであり、術中の僧帽弁逆流を評価するためにも、また僧帽弁形成術での逆流の程度を評価するためにも、ある程度の定量的評価の基準

を設けなければいけないと考え、今回の検討を行いました。

今回のような研究の場合、左室造影を施行した時と同様な血行動態で経食道心エコー図法を施行しなければ、十分な半定量的評価を行えないという問題があります。今回の検討は全身麻酔下に行っておりますので、左室造影時よりも前負荷、後負荷ともに低下傾向がありました。そこで、左室造影時と著しく血行動態が異なるものは対象から除外し、できるだけ左室造影時の血行動態に近い状態で検討を行いました。また、今回の研究では、逆流信号の面積を計測しておりますので、フィルター、パルス繰り返し周波数の設定、さらに装置の性能の違いが計測される面積の値に影響を及ぼすという問題があります。今回は、装置は一機種を用いて、フィルター、パルス繰り返し周波数は同一に設定して検討を行いました。我々は3種類の機種の使用経験がありますが、同一の血流を異なる機種で検討すると異なった結果が出るがありました。アロカ社製 SSD-860と870でも、同一の血流が片方の機種で捉えることができ、他方の機種で検出できないことがありました。古い機種860で捉えることができた血流が、新しい機種870で捉えられないこともありました。

河 西 860でとれて、ですか。

赤 松 はい。特に探触子に近い部分の微小な血流が870では捉えられないことがありました。技術部の方に問い合わせしてみたんですが、そのようなことは起こり得るというお答えをいただきました。今後、装置の性能の標準化も必要だと思います。

胸壁からのカラードプラ法による僧帽弁逆流の半定量的評価に関しましては、循環器病センターの宮武先生、University of Alabama の Nanda らの立派な研究があります。経食道カラードプラ法による検討では、これらの経胸壁法による検討よりもあまり明確に逆流の程度分類を行うことができませんでした。中等度までの逆流は経食道カラードプラ法でもある程度まで分類可能と思われましたが、重症例の程度分類は明確に行えませんでした。診断学的に考えますと手術適応になるかならないかということから Sellers らの分類のⅡ度とⅢ度の間を明確に区別する必要があると思われ、経食道心エコー図法の場合、重症例で

は左房および逆流信号の全体像を一断面で捉えることができないため、程度分類を明確に行うことができませんでした。このような症例や僧帽弁逸脱のように逆流ジェットが著しく偏位した方向に噴く症例では、いろいろな断面から総合的に逆流の程度を判断しなければならないと思います。

谷 口 とにかく、ある程度の粘性を持った非ニュートン性の血液という流体があって、これが収縮期と拡張期で血流の向きが変わりますので、当然慣性も絡んできますし、正常者においても、わずかに数パーセントかもしれないが、すべてに逆流があると私は思っています。

最後に河西先生に、装置について、同じ逆流をとらえるにもいろいろあることについてお話を伺いたいのですが、その前にもう1つだけ、北畑先生の心機能の中で拡張期の評価が結構よくできるというお話をお伺いしたいと思います。ご承知のように、拡張機能の1つは relaxation, がそれから次に拡張期の passive な機能である compliance あるいは心房収縮がどうであるか、それに測定法としても超音波のような容量というか流量のパターンで見ると、圧の変化で見ると、いろいろあります。そういう場合に、もちろんこれは流量のパターンで見ることになるわけですが、その意味づけと長所、短所などはいかがでしょうか。

それから、一言最後につけ加えていただきたいのは、メーカーの機種によってもまた変わるものかどうかということです。その後で河西先生にお願いしたいのですが。

北 畑 以前、この誌上シンポジウムの、尾本先生、芹澤先生、谷口先生の拡張機能に関するディスカッションを、私も興味深く読ませていただいたのですが、収縮機能は CABG の直後に、人工心肺を離脱した直後に改善すると一般的に言われています。拡張機能に関しては、術後1週間くらいで比較した論文が幾つかあったのですが、術中はどうだろうと思って CABG の症例で調べてみました。うちでは時定数など、圧関係の拡張機能の指標は使いませんでした。mitral flow は非常にたくさんの因子によって影響され、また拡張機能そのものが非常に複雑なものが、手軽にとれる指標の一つということで調べてみました。

最初に我々のやった研究では、術前と CABG

の直後、心肺離脱後のある程度安定した状態のときと閉胸後までを追ってみたのですが、その術中に関しては A/E ratio とか area の A/E ratio などを見た限りでは一応変化がない。よくも悪くもなっていない。PTCA の場合も1週間後ぐらいから比較的徐々に拡張機能が改善するとの報告もありますので術後の follow はしてないのですが、ずっと追いかけていけばそういう傾向がとれたのかもしれない。

もう一つ、虚血の指標として wall motion abnormality についてふれましたが、動物実験などで虚血をつくった場合に収縮機能よりも先に拡張機能の方に障害が出てくる。その意味で、当初 acute な ischemia で非常に sensitive な、収縮機能に障害が出るよりも先に、虚血の良い指標になるのではないかと考えて、いろいろ頑張ってみたのですが、いかんせん、術中は heart rate の影響が強くて、A/R ratio などはその影響をもらって受けてしまいます。もちろん左房圧と左室圧の圧の gradient もありますけれども、heart rate の影響が強過ぎて、そういう術中の虚血の指標としては、現在の段階ではちょっと問題が多過ぎるのではないかと考えています。

谷 口 先ほどの話ではありませんが、たとえば、A という器械で行ったのと B という器械で記録したのでは、同じ症例でも違ったデータが出るというようなことはありますか。

北 畑 うちでは東芝の SSH-65 と 160 を、それとアロカ社製 SSD-870 を短期間使わせていただいたのですが、パルスドプラに関してはそういう印象はあまりないのですが。

赤 松 パルスドプラではあまり差がでないと思いますが、カラードプラでは差がでると思います。

谷 口 では、基礎の立場から、装置による違いがどれほどあるものか、河西先生お話し願えませんか。

河 西 ええ、そうですね。ドプラで、flow をとるときが一番妨害するのが組織のエコーです。組織からのエコーは血球からのエコーに比べ非常に大きく、ときとして100倍以上にもなります。そこで組織のエコーを取り除くために装置内に wall motion filter を入れています。要するに、止っている組織から返ってくるエコー信号を取り

除くわけです。ところが、このときそのフィルター
の特性によって組織エコーの除去の仕方が変わっ
てきます。赤松先生が言われたのは多分 low
flow のところだと思います。早い flow のところ
は普通装置によってあまり違いは出ないと思いま
すが、遅い flow のところでその違いが出てくる
可能性があります。フィルターの違いによって、
あるものは出たり、あるものは出なかったりする
のではないかと思います。フィルターはその特性
が変えられるようになっていますが、その辺はい
かがでしょうか。

赤松 ええ、かえてるんです。フィルター
もいろいろ触っています。

河西 どのフィルターにしてみてもやはり…
…。

赤松 はい。流速に関しましては、その血流
は小さな生理的僧帽弁逆流血流でしたが、本来は
僧帽弁逆流血流ですので4~5 m/sec の速い流
速を持つはずで。ところが生理的僧帽弁逆流血
流からはパルスドプラ法で1m/sec までの遅い流
速しか検出できないことがしばしばあります。お
そらく逆流血流量が少ないため遅い流速しか検出
できないのだと思います。

河西 スピードは早い。

赤松 健康者僧帽弁逆流血流の1m/sec 未満
の遅い流速しか検出できない逆流血流が、本当に
遅い流速しか持たないのであろうか、それとも実
は速い流速を持つ血流なのだろうかという問題に
ついては、昨年、神戸中央市民病院の吉田先生と
もいろいろと議論させていただきました。これらの
逆流血流は本当は速い流速を持っていると思いま
す。僧帽弁逆流血流であるのに左室左房間の圧
較差を反映しない遅い流速しか検出できないの
は、逆流血流量が少ないため超音波ドプラ法の感
度に達する赤血球の数が少ないことが原因だと思
います。ですからパルスドプラ法で1m/sec 未満
の遅い流速しか検出できないのです。このような
血流で、SSD-860 で検出できる血流が870で検出
できないことがありました。その時、アロカ技術
部の先生にお話を伺ったのですが、装置の違いで
探触子に近い部位での小さな血流は検出できな
いかも知れないとお聞きしました。

河西 そうすると、STC (sensitivity time
control) のかけ方かもしれません。つまり探触子

の近いところから遠くに行くにしたがって装置の
感度を上げていますが、その辺の違いで近いところ
のgainが少し下がりぎみになってしまっている
のかもしれませんが。フィルターの影響か、増幅
度の関係か、その辺がSSD-860と870で違っ
ているのかもしれませんが。

赤松 その時は、情報処理の仕方が若干異なる
ので、その影響であろうというお答えをいただき
ました。

山本 器械の標準化というのは複雑だと思
います。

それでは、これはそのぐらいにしまして、今ま
では内科、麻酔科領域のことが主体でしたので、
今度は尾本先生に外科領域とTEEについて、話
題がちよっと大き過ぎますが、お願いしたいと思
います。

尾本 わかりました。ドプラエコーとは言い
ながら、エコーというか、「ドプラ」の入ってい
ない方も含んでのお話ということで。

先ほどの高元先生のお話の続きのように、心臓
外科医にとって、これはありがたいという情報と
しては、TEEによって何がわかったかということ
に対するお答えとしますと、1番目は先ほどの
赤松先生のお話の続きになりますが、やはりMR、
僧帽弁の逆流をよく見届ける点では、食道と心臓
その他の構造からいうと、食道の隣りが左房です
から、左房内の出来事を見るにはこれは絶好です。
MRをよく見るには絶対これが要る。

先ほど既に言ってしまったことですが、僧帽弁
の形成術を心がける外科医者はこれなしには手術
を計画しないぐらいまでになっています。これな
しに手術をしたら道義的に責められるだろう。フ
ランスのカルポンティエという世界で一番たくさ
んの弁形成術をしている有名な人の手術を見学に
行きました。今から2年ぐらい前ですが、その当
時は、消毒した聴診器を用意しており、手術が終
わると、beatを出した後に、手術着で、看護婦
に帽子の耳のちゃんと切らせて、聴診器を心臓の
裏へ当てて、「これが最もよい検査方法だ」と。
私はあきれ返りました。あまりに原始的なのにあ
きれたのが1つ。もう1つは、音は僧帽弁の逆流
残存に対してgradingが、なれた自分にはできる
ということ。彼が言うのに、仕上がった後に
残存MRの評価をすることなしにこの手術を計

画しないのだということでした。最近は全部経食道でやっていますので……。

世界的にも僧帽弁形成手術は新しいホットなターゲットです。今までは私どもは弁を入れれば一番幸せと、弁を入れればもう悪いところはないと、早期の成績は断然いいですから、心臓外科医の私たちにとってはそれが一番うれしいのですが、やはり理想的な弁がない以上、なるだけなら弁を salvage しよう。それから、2度目の手術までは初回と同じリスクで心臓を手術できることがわかったので、一度はともかく salvage しよう。そういうことで、僧帽弁の形成術は絶対に要するという事です。

2つ目は胸部大動脈瘤の破裂の疑いと、解離性大動脈瘤の破裂の疑いです。これはあまりに状態が悪い場合はカテーテルをやらないで判定せざるを得ない。おまけにその感度がすごくいい。ですから、胸部の解離性大動脈瘤の治療方針の決定には経食道が要る。これは絶対に近くなりました。そういうことでかなり常識的になってきました。

この2つだけは心臓外科医は皆アグリーしています。そのほかは、何に要するのかということです。3つ目としては、既に麻酔科の両先生のお話のとおり、wall motion の分析に perioperative infarction の early detection で、EKG の変化の10分前とか7分前と、早くに wall motion の異常が出る。最近出ているレポートでも、wall motion がおかしいので graft をつなぎ直した、そうしたら動きがよくなったと出ています。この間の Schiller の報告もそうでした。そのようなことで実際にやっています。

ただ、私どもが質問を受けるのは、では、Dr. 尾本は何回実際にポンプを回し直して手術をしたかということです。それはそんなにたくさんはありません、大体大丈夫なのです。だめだったのは、僧帽弁狭窄症で、軽い MR があるので弁形成をやったら逆流がひどくなってしまい、結局、弁を切り直して弁置換をしました。やり直したのは2例だけです。あとは、大体、always happy です。

ただ、そのときの問題点は、赤松先生のデータにもちょっと関係があるかもしれませんが、やはり復温する、ある程度の温度に戻す、out put がもとに戻る、血圧は大体 after load をコントロール・データにして評価しないと、MR ほど入れか

わるものはない。血圧がちょっと下がっても面積は半分には減ってしまう。そういうことで MR というのは非常にやくざですね。簡単に、awake で、hand grip で面積が何割も違います。これは grading の study をチェックする。今の場合は MR で大変ご利益があった例です。

4つ目は、お送りしたファックスにあるように、左心耳の血栓の検出率は絶妙です。大体後壁とか弁近くは経前胸皮で見つかりますが、左心耳がどうしてもウィークポイントだったのです。しかし、経食道は左心耳血栓検出には非常によい。これが4つ目です。

5つ目は、wall motion analysis のアプローチの一つとして、胃の後ろから心臓がよく見えるということがあります。これは先ほどの wall motion に加えていいと思います。

ですから、大きく言うとこの4つが心臓外科医にとっての関心事です。あとは、小児の心臓については山ほどありますが、全部合わせて、小児の心臓で大変有効でしょう、と。ただ、その場合の体重制限で、現在これが使えるもので、私どもとしては 2.8 kg, 3 kg 前後より上からは安全にやれるが、それ以下は今のところはうまくない。世界的に、経食道の小さい baby に対する治療がいいというので、今はやはりオリンピック競争になっていますね。シャフトの 4 mm のもの、5 mm のものとか、5 mm のものは既に学術供覧で某メーカーから先だって展示されました。

そのようなことで、アロカ社で生産された 6.8 mm は、現有で、コマーシャルで買える一番細い、唯一のものですが、近い将来にもっと小さいものが出てくると、先天性疾患にも十分役立つと思われれます。

以上です。

山本 ほかの先生方で、この際何かお伺いすることがあれば、どうぞ。

赤松 3年前だと思えますが、三井記念病院で ME 学会の分科会で経食道心エコー図法の会がありました。その会で尾本先生が、経食道心エコー図法は解離性大動脈瘤の診断に非常に有用であるとおっしゃられました。当時は、解離性大動脈瘤の急性期に経食道心エコー図法を施行するなんて、もし血圧が上昇して破裂したらどうするんだ、という会場の雰囲気があったように覚えておりま

す。それが最近、解離性大動脈瘤の entry の診断に経食道心エコー図法は極めて有用であり、また安全に施行されると考えられるようになってきました。これは尾本先生のお力だと思っております。

それから僧帽弁逆流の話ですが、経食道カラードプラ法で観察しておりますと循環動態の変動に伴い逆流血流量はほんとうに大きく変化しますね……

尾本 全く変わるんです。TEEをやったからわかったところもあるのです。下品に言うとMRは「やくざ」ですよ、MRの評価法は、ですから、どの時点でアンジオグラフィと比較をしたか、薬物治療をしていたか、朝食の前か後か、水を飲んでいるか、利尿剤を飲んだ後だったかなどによってすら大変違うことすらあります。ですから、この study はかなり nervous にやらないと、全然だめです。要は、カテーテルのデータ一本です。入院中のあるカテーテル日のデータがその患者のアンジオのデータです。これが gold standard でしょうか。

山本先生、こちら辺がこの仕事の難しいところです。さっき、シネアンジオグラフィで、ノーマルで出ないものが出るので興味を持たれたということですが、X線アンジオグラフィでも感度がもう少しよくなると全部出るだろうと言われております。今まで出ていないのは出だすだろうということは放射線科医は皆信じています。ですから、多分、ドプラで見えるのはアンジオグラフィでも表明されるようになるだろう。

今これを誌上シンポジウムで言うと少し恥ずかしいのですけれども、ドプラエコーの方がは honest だろう。メーカーの器械によって出方が違うなどという問題はちょっと忘れて、もし同じだとすれば：ドプラエコーの imaging がかなり真実に近いのではないか、そしてX線アンジオグラフィをコントロールしなくてはいけないのではないか。要は、golden standard がドプラエコーではないか。どうしてかという、シネアンジオグラフィはある限られたジョウコウの一発ですが、ドプラエコーは朝昼晩と続けてやれるし、手をにぎれと言ったり、つねったり、輸液したり、何でもやれますから、と今私は考えているんです。余計なことを申しまして。

山本 いえ、そのアンジオグラフィとの比較についてお願いしようと思っていたのですが、もう回答をいただきましたので、ありがとうございました。

尾本 そうですか。

山本 ほかの先生方、何か今のアンジオグラフィとの関係で。

高元 解離性大動脈瘤に対するTEEの有用性は100%異論のないところなのですけれども、先生のところの外科手術の細かい点でお教え願えればと思っています。DeBake III型は内科で保存的に加療すると思うのですけれども、I型とII型は外科的適応となります。TEEを施行してII型の場合には解離が上行大動脈に局在していますので、視野としては探しやすいところにありますがI型のDeBakeはentry, re-entryを探すのが問題となります。探せれば問題がないわけですけれども探せない場合でも、先生の術式では、thoraxのところまであれば弓部を含んで全部かえてしまうことになるのですね。

尾本 中枢側の代用血管置換が基本です。

高元 そのときに、もし横隔膜を越えて下の方、要するに腎動脈の分岐の周辺にre-entryがある場合には、どのような手技をなさいますか。

尾本 re-entryは気にしない。ですから、I、II型でimmediate surgeryで考えているのはrupture、タンポナーデで死に至ることを阻止すること。それで、絶対的に心臓の中枢側への破綻だけを防ぐという外科の考え方です。

高元 わかりました。

尾本 解離大動脈瘤に関して、今の外科の考え方というのは、敗北主義かもしれませんが、完全に治そうとは考えていないんです。解離性大動脈瘤は完全には治らない病気です。ただ心臓側へのruptureで、心タンポナーデで、頓死することをまず第1外にを防ぐ。acuteで患者さんがぐあいが悪くても、ショックでさえなければ経食道エコーでまず診断します。I型とわかっても状態が許すならば、大動脈弓部やその分枝も知りたいので次にカテ室に連れて行って、カテ室から手術場へ運びます。

経食道エコーでI、III型が分けられなければ、これもカテ室へ運びます。ショック・レベルのときはカテーテル抜きで手術場に運びます。ですか

ら、ストラテジイとしては、急性解離の患者が入院したら真っ先に経食道プローブを入れます。そうしてI、III型に分かれたものに関しては、III型は切迫破裂などでなければ保存的にコントロールします。それからI、II型の場合は手術を前提として作戦を立て、ショックでなければカテ室に寄ってから手術場へ行きます。ショックならそのまま手術場へ行きます。

外科医者にとってアンジオグラフィはどうしても欲しいのです。私どもの37例の経験の中で20例がI型で、entryが経食道プローブで見つからなかったのが3例あります。全部やはり arch vessel の基部の裂けたものです。これは非常に視野が悪かったです。最近のバイプレーンプローブではそのうちの1例でentryが見えました。

高元 もう1つお聞きしてよろしいですか。先生はバイプレーンのTEEを使用されておられますね。内科領域では、大動脈症候群や lues などにおこる左冠動脈起始部の狭窄、また、虚血性心疾患では left main disease がきれいな画像で検出できるわけですが、右冠動脈の方が観察できません。右の冠動脈の起始部だけをとることは可能ですけれども出現率は低く、特に末梢の run off はほとんど追えません。DeBake I型の場合で、先生がおっしゃったような緊急の手術——心タンポナーデであったり、あるいは重症の大動脈弁閉鎖不全の合併であったりするわけですが、その際の coronary involvement はどうなのか、と聞かれることが多いのです。バイプレーンのTEEで右の冠動脈の画像を得ることが可能でしょうか。

尾本 左は回施枝と前下行枝の中樞側までが映像化されます。右は本当の基部だけが見られます。それ以上はむしろ見えないと言った方が安全だと思います。

高元 そうすると、手術の冠動脈操作に関しては術中に先生がご自身で判断されることになりませんか。

尾本 あれは冠動脈でとまるというか、杭を打っていて、あれが突っかい棒で、あそこまで裂けてそれ以上は裂け込まずにとまる。

高元 もう一つ、re-entry に関してですけれども、胸部右動脈内で re-entry が幸いに見つかった場合にも、処理されませんか。

尾本 普通はしません。見て、見ぬふりをします。

高元 それが術後に entry になることはないですか。

尾本 いや、あっても、それは慢性の病気として放置し、血栓化することを期待します。

それから経食道エコーを導入後におかたそうですが、re-entryは想像以上に数が多い、アンジオグラフィで見つからない小さなre-entryは幾つもあるということです。

高元 もう一つよろしいですか、簡単なのですけれども、僧帽弁の観察が非常に有用なことはわかっているのですけれども、HOCMで左室の out flow の狭い症例に人工弁置換術を行うと、弁の開放制限が weaning の段階で起こってきますけれども、そういうものに対しては、先生はTEEでどのように評価されますか。

尾本 それに関しては経験がありません。

高元 左室の小さい症例、あるいは巨大左房で左室が押されているときのMVRはいかがですか。

尾本 今の問題は、人工弁が左室流出路側に張り出して、大動脈基部の左室流出路に向かって弁がちょうど真横につきます。大動脈弁輪に対して side-by-side ではなくて、ちょうど直角な関係で弁がつきます。

高元 はい。

尾本 それについては国循の別府先生らの報告がありますし、藤田先生の手術法の工夫の報告もあります。巨大左房を縫い縮めて角度をもとへ戻そうというものです。

山本 よろしゅうございますか。

話をちょっと変えます。これは河西さんにお伺いした方がいいかもしれませんが、最近、invasive でもいいのですけれども、カテーテルの先端にドプラをつけて血流をはかるものが出てきているようですが、その実用性といえますか、あれはどのように利用されているでしょうか。

河西 うちでは装置を製作していませんが、外国のミラー社などで販売しています。私供は、うちの装置をそういう装置につなげることをやることがありますが、そういうものが本当に使えるのかなと思っています。というのは、血流をはかろうとしてカテーテルを血管内に入れていくと

血流を止めてしまうことになりますから、本当の血流がはかれるのかということで疑問があります。その辺はむしろ実際にこの装置を使っておられる先生方にお聞きする方が良いと思います。

もう一つ、トランスジューサーがカテーテルの先端についているものと、それから音を斜めの方向に出すものがありますね。これはどちらの方がいいのか知りたいところです。

また、ドプラの信号処理について、今出ているものはスペクトル解析をせずに、ただ平均血流を出していますが、それをスペクトルデータと比較するとスペクトルによる流速値の方が倍ぐらい早く計測されるという報告があります。これも本当にスペクトル表示でなくてはいけいいのか、平均血流でもいいのか知りたく思います。スペクトル表示にすれば装置は複雑になり、値段的にもかなり高くなりますので、以上の件は実際に使っておられる先生方からお聞きしたいところです。

山本 どなたか、お使いになっていて、お答えいただける方はおられますか。

赤松 現在、大阪大学をはじめとして冠血流を計測しておられる先生方がおられます。装置は20 MHz のパルスドプラですが、数年前はサンプルボリュームはどこに置くべきか、超音波ビームはどの方向に出すのが良いのかということが議論になっておりました。ミラー社のものはカテーテルの先端からまっすぐに超音波が発振されますが、メドトロニクス社のものは斜めに超音波が発振されるようになっていたと思います。

河西 両方あると思います。

赤松 この装置は、細い冠動脈内に挿入されたカテーテルの先端から超音波を発して冠血流速を計測するものです。挿入されたカテーテルのために血流に乱れが生じますので、サンプルボリュームが近すぎると正確な流速が計測できません。また逆に遠すぎるとサンプルミスを起こします。だいたい先端から2 mm位の位置にサンプルボリュームを置けば良いようです。今後は経食道心エコー図法とともに血管内超音波の研究が広がるのではないかと考えております。私もいろいろ検討してみようかと思っておりますが、今後の課題だと思います。

山本 高元先生、何か。

高元 私は冠動脈と肺静脈血流など、比較的

大きな血管と冠動脈について研究しているのですが、冠動脈への応用ではその計測精度、あるいは再現性の点で注意をしなければいけないと思います。これは、工学系の方にいいプローブをつくってもらいたい、の一言に尽きるわけですが、操作性がよく、組織を damage しないものが必要です。計測上の問題の1つはやはり冠動脈狭窄性療法で中心流をとらえることが難しく、側流をとらえるのではないかとことです。

それから狭窄の近位部の計測は容易でも、狭窄を通り越してからの計測は難しいという弱点があると思います。小さな冠動脈の中に物を入れるわけですから、当然血流は disturb されるわけですし、それはそれで評価するしかないと思います。それがむだなことだと全面否定してしまうと、何もデータがなくなってしまいますので、多少の限界は知った上で使えばいいのではないかという気がします。

山本 ありがとうございます。

尾本 私どもでは実際に患者には使っていません。市販品としてミラー社のドプラ流速カテーテルがあります。どの論文を見てもそうなのですが、pathophysiology の study という点が目下のところは強いように思います。やはり今まで見られなかったものが見られた、はかれなかったものが、たとえ不十分にしろ、実際にはかれるようになったということの意義が大きいと思います。

さて、それが治療にどのぐらい役に立つかは、これからです。

患者にどのぐらい貢献するかはわかりません。ですから、pathophysiology で多分興味のあるテーマだろうと思います。日本でも、現に、メーカーがスポンサーですけれども、このカテーテルだけのための研究会をやっているほどです。

その他にもう一つのタイプのものがあります。これはむしろ治療に結びつくかなと思われるものです。冠状動脈内で0.6 mg ぐらいの細いカテーテルで、scanning します。とにかく血管内で imaging はやっています。これをオランダの Bom という最初にリアルタイムの心臓の imaging を出したチームが熱心にやっていて、最近それがコマースにもなって、メーカーはもう幾つもあります。これは、angioplasty と組み合わせ、ひよっとする治療に欠かせない技術になるかもし

れない。これは見込みです。ついこの間の American Heart Association の学会でもこの論文は随分アピールしておりました。

山本 次に北畑先生に何うことになると思いますけれども、米国での使用の現況、特に、文献を読むとよく“sonographer nurse”という言葉がよく出てくるのですが、どんなことをやっているのですか。

北畑 アルバートアインシュタイン医科大学では、術中の心エコーは麻酔科医が担当していました。もちろんTEE以外に弁形成術などでは術野から epicardi-al approach で心臓外科の先生と共同でやります。ただし、施設によれば特別な訓練を受けた nurse とか、場合によっては心臓内科の先生が手術室にいられて手術の間ずっとおられたり、施設によってかなり異なっているのではないかと思うのですが……。

山本 尾本先生が先ほどおっしゃったように、熟練した数名の方がやっておられるわけですから。

北畑 はい、そうです。

山本 あまり看護婦さんがする仕事ではないのかと今ちょっと思っていたのですが、ただ、“sonographer nurse”という言葉がときどき目に写るのでお伺いしたのです。

北畑 どうなのでしょう、このことは。

尾本 今のことはちょっと難しいと思います。ただ、“sonographer”という言葉は日本にはありません。アメリカでは sonographer の学会は非常に強いですね。数千人レベルのユニオンです。それはアメリカと日本の違いだと思います。日本では厚生省が資格を与えなければ無資格者になりますが、アメリカでは彼らがつくったユニオンで資格を与えると licenced sonographer になります。

山本 必ずしもMDではない。

尾本 MDでないのが普通です。日本では医師がやり過ぎておかしいと言われているぐらいです。ですから、腕のいい sonographer を使って医師がやる。例えば高元先生の下に腕のいい sonographer が5人ぐらいいて、高元先生は全員を指揮をして威張っているという感じです。sonographer が日本にいない。それで、しようがないので、日本超音波医学会で超音波診断技術認

定試験をやっています。それを受けられる人は臨床検査技師とナースです。

北畑先生のご質問の sonographer nurse は、多分、nurse の basic な力がある人が sonographer の試験にパスしたというのだと思います。

北畑 そうですね。

尾本 だから、nurse の資格がない人で sonographer は大勢おられます。ちゃんと学校がありますね。3年ぐらい行くのかな。

赤松 4年制ではないですか。

尾本 すごい資格です。sonographer になっていると、御主人を養えるぐらいの収入があります。

北畑 アルバートアインシュタイン大学でも、日本で言う超音波検査室では“sonographer”ではなく“echocardiographer”と呼んでいましたが、そういう、テクニシャンの方が実際にやられて、心臓内科の先生方は直接タッチせずに、画像を診て診断されたりすることもありました。

山本 ぼつぼつおしまいにしようかと思っているのですが、一番最後はメーカーへの要望、メーカーからの要望をテーマにしようと思います。その前に、先生方の将来への展望をひとつ簡単におっしゃっていただければ、尾本先生からでもどうぞ。こちらから順番に。

尾本 展望はたくさんあるのですが、まあ、このテーマだけで言いますと、最近私も一生懸命に勉強しているのはやはりパイプレンと小児用です。これが今、まだ just started で欠点だらけですので、こういうものが近くありふれた何でもない機器になるだろうという展望は持っています。それで多分応用が広がるだろう。しかもそれをオリジネートしたのは日本ですので、これは胸を張ってやっていいのだろうという展望を1つ持っています。

もう一つは、器械が何せ高いです。私は器械をごろごろ欲しいんです。ICUに1台、手術場に1台、エコー・ラボにたくさん欲しいんです。今のところはエコー・ラボにはたくさんありますが、手術場にはやっと1台置くことができました。ICUには古くてよく見えないのしかなので、ごろごろと器械を持って歩きます。ですから、器械をうんと買いたい。そのためには値段がうんと安

くて、1台買ったなら5台ぐらいついてくればと思うんです。それで、手術場に麻酔医の先生、あるいは心臓外科医の専用の器械が置いてある。そうするためには、メーカーに安くいいものをつくってほしい。

山本 いいえ結構でございます。高元先生はどうでしょうか。

高元 ドプラ法を開始してから、今まで経胸壁的にとれていた下大動脈血流、三尖弁血流、肺動脈血流と、次々やってきて、特に、肺静脈血流、冠動脈血流情報をTEEで最終的に補完したと思います。その意味ではTEEは大きな評価をあたえてもよいと思います。内科の側から見れば、やはり、尾本先生には大変悪いのですけれども、手術に役に立つか立たないかというだけの値段ではなくて、やはり病態生理を解明し循環制御の機序を知るという意味で多くの情報を与えてくれます。

これは単なる伝聞形式で大変恐縮なのですが、去年、三次元エコー——これは三次元的な構造を受信するための方法ですが——経食道心エコー図法は経胸壁の方法と違って深さが正確に判断できますので、reconstruction にいいだろうということで、ドイツで今盛んに研究をしています。これは若干企業秘密になるのかもしれませんが、bidirectional というのではなくて multidirectional な装置が出てくる可能性があります。multidirectional な装置のノウハウは実は単純な発想であって、ドプラの中身とシースを別個にするということみたいです。近々市販される可能性もあります。シースの中に、ウィンドーを設けており、ちょうどマンションの、壁と窓のように、1階から6階まで中を歩いていく人にとって窓のところから全周が見えるというものです。awake の患者で、入れたり出したりという患者の苦痛がなく、シースを放置したままで内筒探触子だけが自由自在に動くというものです。1cm刻みぐらいの窓があり、患者が比較的 comfortable な状態でマルチプレーンとしての情報を得るという、trial です。

あとは、もちろん、もっと細くて、操作性がよくて、熱を持たないプローブをつくっていただきたいと思います。TEEは、心臓の三次元構築であるとか、生理学とか、内科の側から見れば非常におもしろい情報がたくさん集まる可能性がある

という気がします。

それは河西さんの方によりしくお願いします。

山本 次は北畑先生、どうぞ。

北畑 TEEの麻酔科領域での応用ということになれば、丘先生、松本先生の論文で知られるように、ほぼ10年ぐらいの歴史があるのですが、麻酔科領域において広く使われるようになったのは、本当につい最近のことだと思います。

これから麻酔科領域においてもTEE、心エコーがどんどん発展するためには、やはり私たちは臨床においてモニタとして使いますので、どうしても systolic wall thickening の定量的評価の自動化のような、普遍的なものが——少ない人数で麻酔をやりながらモニタもするとちょっと注意が分散されたりしますので、そういう方面での開発を、既に始まっていますけれども、望んでいます。

もう一つは、現在は手術室が、特にアメリカなどでは法律で規定されて、パルスオキシメーターとかカプノグラフ、オキシメトリー、PAカテーテル、ポリグラフと、器械に埋まってしまって非常に狭いスペースで仕事をしています。現在のエコー・マシンは機能はたくさん持っているのですが、非常に大きいものが多いです。最近は何か、手術室用に比較的小型なものが出たようですが、もっとシンプルで小さいマシンが手術場専用にできれば、心臓外科の先生、麻酔科の者にとって非常に助かるのではないかと思います。

山本 次は赤松先生、どうぞ。

赤松 先ほどお話ししました3年前のME学会の分科会で、尾本先生が経食道心エコー図法は欧米では麻酔科領域で多くの仕事がされていると言われました。当時は日本ではあまり普及していませんでしたが、日本の麻酔科でもやっているんだ、といえる仕事をしていかなければと思っていました。これからは、研究とともにモニタとしての普及を考えていかなければいけないと思います。

モニタとしての普及に関しましては、装置の値段を安くすることとともに装置および探触子の技術的改善もまだ必要と思われます。手術室で広く使われるようになるためには、装置本体の大きさも現在のサイズでは大きすぎると思います。手術患者には胃ゾンデがよく挿入されますが、将来的

には胃ゾンデの挿入と同様に安易、かつ安全に挿入できる探触子が開発されることが、経食道心エコー図法が普及していくことにつながると思います。

食道内探触子は、形態の改善とともに機能が向上することも期待されます。最近、小児用の探触子とともに bi-plane 探触子が開発され、複数の断面を捉えることが可能となりましたが、食道内からでも、もっと自由な断面設定が行える探触子が開発されることを望みます。昨年、日本超音波医学会の経食道心エコー図の研究会で、山口大学の松崎先生が御講演された時、メーカーの方も来られておられ、M側とE側といろいろ要望を出し合い討論したことがありました。アロカ、東芝の研究所の先生方もおみえでしたが、その時、先端が自由に回転するような探触子は開発できないのか質問させていただきました。アロカさんからは、技術的に難しいが無理ではないというようなお答えをいただいた覚えがあるのですが、今後期待しております。また、メーカー側に要望を出すとともに、この分野の研究を広げていくことが我々の使命であると思っております。

それから、今後、血管内超音波の分野がどのように展開していくか、私個人としましては非常に興味を持っております。

尾本 展望のところで続けてしゃべったことにしたいと思いますが、将来の見通しですごく有望なものとして、今、塩野義製薬の「アルブネックス」の治験が進んでいますね。あの治験されている薬品が来年ぐらゐもし市販になれば、右心系の静注でコントラスト法で左心系の検査がやれます。

それから今度は心筋の scanning です。これが将来の大切なターゲットになるだろう。心筋をターゲットとして冠状動脈の中へ直接小さな造影剤を入れることは既に論文が出ています。ウログラフィンを sonicator で数 μg にして静注して、ちょうどR Iの心筋 scanning のように defect が出るとか、そういうことで心筋 scanning をしています。この2~3年の大きなターゲットになるだろうと予想しています。

赤松 アルブネックスはまだ手には入らないのですね。

尾本 現在 phase IIIが始まりました。

赤松 先日、神戸中央市民病院の吉田先生に何とか手に入らないでしょうかと伺いましたら、吉田先生もまだ手に入らないと言っておられました。

尾本 ええ、ですから、使用には制限があります。phase IIではよくコントロールされた高血圧症の患者にだけ使われました。今度は心臓患者に使います。来年秋ごろまでに期待できると思いますが、あれが使えるようになると、超音波エコーのフィールドをすっかり変えると思います。

山本 メーカーに対する要望も何か入ってしまったようなので、メーカー・サイドからひとつ将来の展望や、今度は我々に対する要望でも結構ですから、おっしゃってください。

河西 先ほどTEEプローブで自由に回るものというお話がありましたが、これはなかなか難しいと思います。現在あるバイプレーンプローブは2つの振動子がケーブルの異なる所についていて、ある面とそれと直角の面方向に別々に音が出るのですが、それをとりあえず1つのところから両方の面の音を出すようにしたい。尾本先生が「マトリックス・アレイ」について発表されていますが、とりあえずはそういうのを実用の段階に持っていくことから始めていく方がいいのではないかと思います。これでもまだ技術的にいろいろ難しい点がありますが、自由に動くことのできるものに比べれば早い時期に実現されるのではないかと思います。

機械の値段については、今は半導体のIC化の技術が非常に進んでいますから、時代の変化とともに値段はだんだん安くなりますし、機械も小型になっていくと思います。ですから、手術専用装置というお話もありましたが、そういうものも小型のものできてくるだろうと思います。

次に、機能が少なくなればなるほど小型化がし易くなりますが、一方、先生によっては機能をたくさんふやしてほしいという要望もありますから、どこかの点で妥協することが必要なのではないかと思います。

それから、最近 intravascular 用の断層装置が出はじめてきています。これに対して私供は非常に興味を持っております。先ほどのドプラで細血管内血流を測るものに関しても興味を持っております。

ます。これらは外国の方が進んでいます、やがて日本でも装置が出てくると思います。

それから三次元表示の話がございましたが、心臓など動いている臓器の三次元表示をリアルタイムで行うのはなかなか難しいと思います。コンピュータを用い、これにいろいろの方向から撮った画像を入れておいて、心電同期か何かを用いて心臓の立体的な構造を再構成して見るようにすれば可能だと思います。血流の流れも、できれば立体的に表示してみたい。現在の装置は、近づく流れは赤く、遠ざかる流れは青く表示されていますが、近づく流れといっても右方向から近づいてくる流れもあるでしょうし、左の方向から近づいてくる流れもあるでしょうから、その流れが実際、立体的にどう流れているかを見るようにしてみたいと考えております。

それから、今日は話しがありませんでしたが、お医者さんが実際に困っておられるものに撮ったデータの記録の問題があると思います。これはデータがふえていきますとどんどん膨大な量になっていきますから、それをどう保管し、またどう検索するかということ是非常に大きな問題だろうと思います。

この辺のところまでも考えていこうとしますと、将来は光ディスクなどでも消えるようなものが出てくるでしょうし、コンピュータなどもだんだん小型でメモリー容量が増えていますから、そういうものと組み合わせていく。さらには超音波のデータだけではなく、ほかのMRIとかCTと結びつけたようなものとする。この間も新聞に北大や名古屋でやっておられるPACSのことが出ていましたね。現在の超音波装置はコンピュータに接続できるという点ではまだ本当の意味でのデジタル装置とは言えないと思います。そういうPACSの装置に簡単につながるような端子がついていて、ほかのCT等の画像と供に超音波画像が自由に見られるようなものを今後やっていく必要があると思います。

それから、さらには、冠状動脈などの細血管を外側から経皮で見ることができればいいと思います。周波数を上げると超音波減衰が大きくなり画像が見えなくなってしまうので、周波数を上げずに、低い周波数で細い血管をも見られるような方法を考えていきたいと思います。

そういう点では、先ほどお話のありましたアルブネックスのような、造影剤というのでしょうか、エンハンスメント剤のよいものが出てくれば、装置化にも役立っていくと思います。

山本 ありがとうございます。

大体予定していたことが終わりましたが、先生方でぜひというご発言がありましたら、どうぞおっしゃっていただきたいと思います。赤松先生、もういいですか。

赤松 ちょっと尾本先生にお伺いしたいのですが、開心術で人工心肺離脱直後に経食道心エコー図で心腔内に異常があることを発見した場合、術者にもう一度人工心肺を回して心内修復してもらおうか、そのまま放置してよいのか悩む場合があります。僧帽弁形成術のような場合は問題ないのですが、例えばASDでわずかなシャントが残存しているような場合、血行動態的には問題ありませんし放置して良いのでしょうか、それとも逆にASDだから心肺時間も短いのでもう一度心肺を回して閉じにいくよう進言すべきなのでしょう。この問題は先月の日本心臓病学会でも問題になっていたと思うのですが、先生はどのようにお考えでしょうか。

尾本 うちで1例裂け込みました。経食道エコーを見ているうちにあれよあれよという言う間にさっと裂けて、びっくりしました。これは経食道エコーの始めのころで、もう4年ぐらいたったでしょう。経食道を始めた直後ですね。そうして何気なく見ていたら裂けました。それ以後は高齢者のASDは直接縫合はやめて、パッチで縫うようにしました。やはり無理な力がかかるのですね。VSDなどでは、しばしば少し漏れていますね。しかしこれは自然に、24時間以内にふさがります。ファロウ四徴症のVSDの閉鎖などでも極く少量は漏れていますね。ですから、今までの外科医が自分の手術はパーフェクトだと思っていたことに対して、麻酔医にそうではないことを見破られる時代になったんです。今、これは外科医にとっては非常にcomfortableではないのですよ。でも、「これが普通」だと言うようにしております。

山本 時間がたてばもとへ戻るであろうということですね。

尾本 ええ、これは針跡から漏れるのだから

半日で、翌日の朝はもうなくなる、と。実際になくなります。ですから、これに外科医者がなれるまでにちょっと抵抗があります。自分の手術をけなされているのではないかと感じるわけですね。

ただ、本当の repair が要るものとそうでないものの区別はやはりつけています。それは先生が勇敢にその通り正直におっしゃっていいんではないですか。大方外科の先生は先生の言うことを聞きますよ、先生。「そうか、そうか」と笑って、やりますよ。大丈夫ですよ、先生。

山 本 北畑先生は何かございますか。

北 畑 最後に聞きたい点が2点あります。1つは臨床レベルにおいて、MRの半定量的な評価は何を基準にされているか。体表からであれば jet の長さ、面積、LAとの面積比とかいろいろありますけれども、TEEの場合、赤松先生がペーパーに書かれたように、LAの面積が total に得られないとか、またパイプレンの場合は longitudinal になるとまた評価が変わるとかいろいろ問題があると思いますけれども、現在、臨床ではどういふふうにされているのかをお聞かせ願えたらと思います。

尾 本 いろいろな基準があります。我々は我々で基準を出していますけれども、ある意味からいうとどれも似ています。それで、結局、今のところは最大面積でとっています。僧帽弁に関しては、やはり Nanda, 3画面の中の最大面積でいく。彼の場合は左房の%で出しています。それも半定量です。彼は grade IIIまでです。弁逆流の半定量ではIV step は世界的に無理になっています。アンジオグラフィでも4段階の分類はあまりやられておりません。3 step grading になっています。それから言うと、今の Nanda の基準で大体できるのではないかと。

アンジオグラフィの悪口を先ほど言いましたけれども、今のところはやはりアンジオグラフィと比べざるを得ないんです。結局、アンジオグラフィとどのぐらい合ったとか、そこそこ合うとか。

北 畑 もう1点よろしいですか。Mainz の学会で最後にあったのですが、将来は手術室ではTEEはだれがするであろうか、と。心臓外科医でしょうか、心臓内科医でしょうか、麻酔科医でしょうか。先生は、日本では将来どのようになるかと……。

尾 本 私は、麻酔医ではないかと思っています。今世界的には、先生が言ったとおり、Kissloのところでは内科医である Kisslo 自身が手術場で、まるで「おれは外科医だ」と言うように、外科医と一緒にやっています。でも、いろいろ考えてみると、それは異常だと思います。マンパワーからいっても、手術場で使う場合は、最小の人数でそれを遂行するためには、麻酔の先生になるのではないかと、我々はそれをモニタで見ることがができるのですから。心臓外科医がするのは最低だろうと思います。これは最も不経済で間違ったやり方だと思います。心臓外科医は横目を使って見る。そしてやるのは麻酔医。内科医はもっと何かよそで活躍している、手術場へ来るのはもったいない。

今は非常にもったいない。うちなどでは、ちゃんと心臓外科の講師クラスのスタッフが全部やるんですから。ですから、私としては麻酔医が主役になるだろうと思っています。

山 本 メイヨーの proceeding を読みましても、anestheologist と cardiologist は絶対に勉強をしてもらわなければ困ると書いてありますね。

それでは、高元先生、どうぞ。

高 元 尾本先生は超音波学会の重鎮ですから考えて戴きたいのですが、保険制度の問題があります。この間AHAでアメリカへ行きましたときに、経食道心エコー図はどの程度の支払いがなされているかを質問しました。そうしたら実に高いです。ご存じですか。

尾 本 はい。

高 元 600\$ぐらいでした。

尾 本 300~450\$に対して600\$ですね。

高 元 コスト・パフォーマンスを考えると、アメリカは断層の装置、経食道、すべての面に関して医療費のコストが高いものですから、それほどあくせく検査をしなくても簡単に装置のものがとれてしまいます。だから診療目的として購入することが可能なわけですけれども、日本ではまだカラードプラでさえも保険請求ができないという現況です。

そうしますと、そういう特殊な装置を持てるのは金に無関心な病院だけということになります。カラードプラさえも医療行為として値段がつかないような時代なのに、経食道エコーの値段がつくのは10年先になるのか、全くわからないわけです。

そこら辺の先生の御意見を…….

尾本 日本超音波医学会の中の社会保険診療報酬の委員会がありまして、この間、日本医師会長あてと厚生省大臣あてに、学会長の名前で点数改定の必要性を申し入れました。結果はわかりません。来年の点数改定に反映するかもしれません。その申し出の中で、術中超音波を認知して欲しいというのがありました。一応、従来の体表からやるドプラエコーの1,000点で、術中を認知して欲しいという考え方。

どうしてかという、術中は認めないというのがわざわざ文章になっているからです。保険点数の算定表によりますと、「術中その他に行った検査に関しては、手術料に含まれて算定できない」となっています。ですから、術中にはとれない。それに対して、いや、これは手術遂行に必要なだからとれるようにしてほしいと。ところが、今度の保険改定で、術中に行ったモニタはすべて手術料の、全身麻酔料に含まれる。モニタのカットです。

それで、私どもは大打撃を受けている真っ最中です。ですから、モニタとしての申請はまずかなり見通しが暗いのです。

山本 尾本先生にいろいろ伺いましたが、先生、何かおっしゃることはございますか。

尾本 いや、しゃべり過ぎて——最後の編集の段階で先生にべたべた消していただいて、私も消しますけれども。

山本 いいえ。

尾本 私は経食道エコー法が「循環制御」のこの雑誌に取り上げられる、時期としてはすごくいいと思います。今は皆で勉強をする時期ではないかと思います。

それと、もう一つは、この領域で日本人の研究者がこれに contribute したレベルはすごく高いと思います。岡さんも日本人ですけれども、松本先生と一緒にやっていたとか、北畑さんが立派な仕事を沢山やっておられます。日本の人が論文をたくさん書いているのですが、今は逆輸入みたいなところがあるのです。

例えば Mayo Clinic の雑誌でまるで Bible みたいな論文が出ていますでしょう。Sward らが書いている。あれを見たときにがっくりきました。確かに彼らはああいうパブリケーションをする能力がありますね。皆日本人がやったんだがなと思

うけれども、そういうパワーにおいて欠けるように思いました。日本の麻酔科、心臓外科医、内科医が、先鞭をつけて広げたのだから、経食道エコー法は世界の医学の中で日本がリードできる領域の仕事だと私は思っています。

山本 全く先生のおっしゃるとおりだと思います。これでこの紙上シンポジウムを終わりにいたしますが、これを機会に広く理解され、また普及されることを心から希望しております。最後に谷口先生から本日のまとめをしていただきます。

谷口 山本先生から本シンポジウムのまとめをするようにとのお言葉をいただきましたので、簡単にまとめさせていただきます。

心臓血管系の超音波ドプラ法について、まず、Mモードエコー法から経食道ドプラエコー法(TEE)に至るまでの歴史的経過に始まり、画像に対する terminology、画像の View など基本的な問題を含めて、臨床における心エコー法の役割、および有用性と限界について、活発に討論が展開されました。内科領域においては、前胸壁からの View と TEE による後縦隔からの View を加えることにより、診断の精度向上、観察範囲の拡大、心機能評価など有用性は著しく高くなっています。また麻酔科領域では術中のモニタとして活用され、術中の心機能や心筋虚血の評価、手術結果の判定などに有用であり、外科領域においては、大動脈瘤や弁形成の手術適応や手術効果の診断に不可欠であるという結論であったかと思えます。しかし、TEE は非観血的ではあるけれども、必ずしも noninvasive とはいえず、患者さんの立場を考慮すると、全く危険がないわけではないので、エキスパートが行うべきであるという話でありました。

さらに、心エコー法の臨床応用は医学のみならず社会事情にも影響され、米国の現状の紹介、特に sonographer nurse の役割、日本の現状との差異、保険診療報酬、日本における sonographer の資格など、きわめて現実的なことも討論されました。最後に心エコー法の将来への展開も話題となり、心筋スキャンや新しいコントラストエコーなどに期待すべき点があるということでした。私個人の意見としては、血液の流動特性の測定にも応用できると考えられ、血管内凝固、血液透析、人工心肺などの至適血行循環の診断にも応用でき

るようになることを期待しています。

がとうございました。

本日は、先生方貴重な御発言をいただき、あり