心エコー図法の進歩と 麻酔科医としての経胸壁心エコーの使い方

赤松 繁^{*1} 橋本慎介^{*1} 飯田美紀^{*2}
小島明子^{*1} 田中亜季^{*1} 福岡尚和^{*2}

〔要旨〕 周術期管理において経食道心エコー法(transesophageal echocardiography : TEE)が頻用されるようになってきたが、心エコー法の基本は経胸壁心エコー法(transthoracic echocardiography : TTE)である。TTEは術前評価からベッドサイドでの診断まで、さまざまな状況で用いられる手技であるが、その最大の特徴は非侵襲的手技であり、ベッドサイドで繰り返し施行することができることである。TTEでは、傍胸骨アプローチ(長軸像、短軸像)、心尖部アプローチ(四腔像、五腔像、二腔像、長軸像)などで心腔を描出し、断層心エコー法、ドプラー心エコー法で診断と評価を行う。周術期管理においては、TTEとTEEのコンビネーションで用いることによって、心エコー法の有用性がより高まると考えられる。

キーワード：超音波、心エコー法、ドプラー法、医用工学

はじめに

心エコー図法は、簡便かつ非侵襲的な検査法であり、臨床的に広く普及している。周術期管理において経食道心エコー法(transesophageal echocardiography : TEE)が頻用されるようになってきたが、心エコー法の基本は経胸壁心エコー法(transthoracic echocardiography : TTE)である。また、TEEが探触子を食道に挿入する点で「非観血的半侵襲的手技」であるのに対して、TTEは非侵襲的手技であり合併症も皆無に近い手技といえる¹⁾。TTEは、術前評価、スクリーニングからベッドサイドでの診断まで、さまざまな状況で用いられる手技であるが、その最大の特徴は非侵襲的手技でベッドサイドで繰り返し施行することができることである。ACC/

AHA等から非心臓手術における合併心疾患の評価と管理に関するガイドラインが発表されているが、侵襲的検査をすべての患者に施行することは非現実的で、その結果が治療戦略に大きく貢献する場合に限り施行するとされている²⁾。これらのことからテクノロジーの進歩したTTEの重要性が高まっている。周術期管理における観血的モニタリングの有用性は認識されているが、心エコー法では圧情報だけでは評価できない心臓・大血管の形態およびその動き、さらには血流情報を非侵襲的にベッドサイドで得ることができる。一方、従来のモニタリングが誰が記録しても得られる情報に差がないのに対して、心エコー法では検者の技量と情熱により得られる情報の量と質が大きく異なるという特徴がある。

^{*1} 松波総合病院麻酔科・集中治療部

^{*2} 岐阜大学大学院麻酔・疼痛制御学

著者連絡先 赤松 繁
〒501-6062 岐阜県羽島郡笠松町田代185-1
松波総合病院麻酔科・集中治療部

I 心エコー法の進歩

心エコー法は、1954年に開発された超音波検査法である。そして、臨床的にはMモード心エコー法として用いられていたが、1980年代に断層心エコー法からドプラー心エコー法が加わり、臨床的有用性が飛躍的に高まった^{3)~6)}。心エコー法が現在のようない臨床的存在を確立するに至ったことにおいては、Namekawaら⁷⁾によるカラードプラー法の発明の貢献が大きい。カラードプラー法の臨床応用以降、心エコー法は急速に普及し一般の手技となり、麻酔科医にも用いられるようになった^{8)~10)}。そして、新たなアプローチとしてTEEが発展し周術期管理に用いられるようになったことは周知のとおりである^{11)~13)}。心臓の形態と動きの観察、評価に断層心エコー法を、断層心エコー上の血流情報の評価にカラードプラー法を用い、詳細な血流速度の計測にパルスドプラー法、連続波ドプラー法を用いる方法が一般的になっている。

TTEではTEEと比較して超音波透過性や減衰の影響を受けやすい。このため、ワイドバンド・トランスデューサから広帯域の発振周波数で超音波を送受信することによって、近位部では解像度を優先し遠位部では透過性を優先して明瞭な画像を描出できるようになった。これをフリークエンシー・フュージョン・イメージングと呼ぶ。さらに、ハーモニックイメージングでは、送信を基本周波数で行い、受信は基本周波数の2倍の高周波数(セカンド・ハーモニクス：基本周波数が2.5MHzの場合は5.0MHz)で行う。セカンド・ハーモニクスではノイズが減少しSN比が向上し、より鮮明な画像を構築することができる。これによって心内膜面などを明瞭に描出することが可能となった(図1)。前述のフリークエンシー・フュージョン・イメージングとハーモニックイメージングを組み合わせることによってTTEの断層心エコー図画質は著しく向上した。超音波減衰の影響が少ないTEEと比較してTTEにおいて

図1 ハーモニックイメージングによる心尖部四腔像
図右が従来の心尖部四腔像、図左がフリークエンシー・フュージョン・イメージングとハーモニックイメージングを組み合わせ描出した心尖部四腔像。心内膜面が明瞭に描出されている。
LV : left ventricle, LA : left atrium, RV : right ventricle, RA : right atrium

は、これらのテクノロジーによるエコー画質向上の恩恵は大きい。さらに近年は、リアルタイム三次元心エコー法も普及してきている。

II 心エコー法検査の目的

一般に心エコー法は、①異常があるかないかのスクリーニング検査として、②以前の検査で診断のついている疾患に対して行われる経過観察検査あるいは以前の所見との比較、③確定診断するための精密検査、④ベッドサイドで行いただちに診断治療を行う緊急検査といった目的で施行される。

III 超音波検査モード

詳細は成書に譲り割愛する^{3), 14), 15)}。

1. Bモード法

Bモード法はエコー振幅に応じた明るさの強弱を表示する方法で、この輝度表示をもとにして超音波ビームを走査して二次元断層像を描出するのが断層心エコー図法である。心臓の任意断面を二次元的かつリアルタイムに表示し、心臓の形態と動態評価が

可能なモードである。心腔の拡大・肥大の評価、弁膜症、虚血性心疾患、先天性心疾患の診断などを行う。

2. Mモード法

Mモード法は、Aモード(距離軸上に反射エコーを振幅変化として表わしたもの)の反射エコーを輝度変調表示し、縦軸を探触子からの距離、横軸を時間の曲線として表示したものである。心内組織の運動曲線であり各組織の運動様式、運動速度などの情報を得ることができる。現在は断層心エコー図を描出して断層図中にカーソルを設定し一つの直線上のMモードエコー図を描出する。Mモード計測から心腔径、容積、駆出率などが演算される。

3. ドプラー法

超音波ドプラー法とはドプラー効果を利用し、超音波の周波数の変化から血流速度を演算し映像表示する方法である。ドプラー法で測定される血流速度は超音波ビームの入射角に依存した値となる。

1) パルスドプラー法

パルスドプラー法では探触子から一定の繰り返し周波数で短いパルス状の超音波を送信した後、次のパルス送信までの間を利用して後方散乱信号を受信する。目的とする深度までの距離に応じた超音波伝播時間だけ遅らせた時間ゲートをかけて、その部位のみの散乱信号を処理する。血流によるドプラー偏位周波数を高速フーリエ変換により実時間で周波数分析することによって血流速度を求め、時間を横軸に、流速を縦軸に表示する。パルスドプラー法では距離分解能を有するため任意の領域の血流速度測定が可能であるが、パルス繰り返し周波数(PRF)により規定される最大検出速度が存在し高速血流の流速の検出には限界がある。しかし任意の点における血流速度が測定できるため、血流量の測定に有用であり、心拍出量の測定や逆流・短絡血流の検出に応用される。左室拡張能の評価には、パルスドプラー法によって得られる左室流入血流速度波形や肺静脈血流速度波形の分析が行われる^{16)~18)}。

図2 傍胸骨長軸像におけるカラードプラー法による僧帽弁逆流血流

断層心エコー図法による左室長軸像上にカラードプラー法による僧帽弁逆流血流(MR jet)がモザイクパターンで描出される。

LV: left ventricle, LA: left atrium

2) 連続波ドプラー法

連続波ドプラー法では超音波の送信を連続的にを行い、超音波ビーム上から戻ってくる散乱信号をすべて受信しドプラー偏位周波数を取り出す。したがってパルスドプラー法と比べ血球により後方散乱後受信される超音波強度は大きくとることができるという長所を持つが、受信波が超音波ビーム上のどの深度からの散乱によるものか判別がつかず、距離分解能を持たない。しかしパルスドプラー法と異なり最大検出速度に制限がないため、高速血流の流速測定に優れている。心腔内異常血流は高速血流である場合が多いため、距離分解能がなくても最も速い流速を異常血流の流速と同定することが可能であり、簡易ベルヌーイ式を用いて圧較差や心内圧の推定に用いられる¹⁹⁾。

3) カラードプラー法

カラードプラー法は原理的にはパルスドプラー法と同様で、ドプラー信号を検出して血流速度の方向、平均速度とその分散などを演算し、断層心エコー図

表1 傍胸骨長軸像(left parasternal long axis view)で観察するもの

(原則として見えているものすべてを観察する必要あり)
・LV(size, wall motion, wall thickness, 異常構造物の有無)
・LA(size, 異常構造物の有無)
・Mitral valve(動き, 性状, 逆流・狭窄の有無)
・Aortic valve(動き, 性状, 逆流・狭窄の有無)
・RV(size, wall motion, 異常構造物の有無)
・Ao(拡大・狭窄の有無)
・心嚢液貯留の有無(clear/unclear)
正常の場合, RV/Ao/LAの比は1:1:1

上にそれらの諸量をリアルタイムにカラー表示する。血流速度の演算は断層図のカラー表示域全体にわたるパルスドプラー血流計測が必要であるために、高速デジタル変換処理する。このためカラードプラー法はリアルタイム性に優れている。カラードプラー法は心腔内異常血流の検出に優れ心疾患の診断に広く用いられるとともに、パルスドプラー法や連続波ドプラー法での血流速度計測時のガイドとしても用いられる。心腔内の弁逆流血流や弁狭窄血流といった異常血流は、高速乱流血流のためカラー表示最大流速を越えて折り返し現象(aliasing)を起こしモザイクパターンのカラーで表示される(図2)。

IV 探触子の操作

1. ローテーショング

セクタ軸を変えずに探触子を回転させる。長軸像から短軸像、四腔像から二腔像への断面の変更時に用いる。

2. アングリング

探触子の位置は変えずにセクタ面と同方向に動かす操作で、目標物を画面の中心に移動する場合等に用いる。

3. チルティング

探触子の位置は変えずにセクタ面と直行方向に動かす操作で、短軸像での大動脈弁、僧帽弁、乳頭筋レベルでの断面設定の移動等に用いる。

表2 傍胸骨短軸像(left parasternal short axis view)大動脈弁レベルで観察するもの

(原則として見えているものすべてを観察する必要あり)
・RA(size, 異常構造物の有無)
・RV(size, wall motion, 異常構造物の有無)
・LA(size, 異常構造物の有無)
・Aortic valve(動き, 性状(弁葉の数), 逆流・狭窄の有無(偏位の有無))
valsvalva 洞の形状
正常の場合, RV/Ao/LAの比は1:1:1
・Tricuspid valve(動き, 性状, 逆流・狭窄の有無)
・Pulmonic valve(動き, 性状, 逆流・狭窄の有無)
・PA(拡大・狭窄の有無)
・心嚢液貯留の有無(clear/unclear)

表3 傍胸骨短軸像(left parasternal short axis view)で観察するもの

(原則として見えているものすべてを観察する必要あり)
僧帽弁レベル
・Mitral valve(動き, 性状, 逆流・狭窄の有無(偏位の有無))
逆流の方向・弁の落ち込みの有無
・LV(size, wall motion, wall thickness, 異常構造物の有無)
・RV(size, wall motion, 異常構造物の有無)
・心嚢液貯留の有無(clear/unclear):(すべてのレベルで)
乳頭筋レベル
・LV(size, wall motion, wall thickness, 異常構造物の有無)
・RV(size, wall motion, 異常構造物の有無)
心尖レベル
・Apex(size, wall motion, 異常構造物の有無)
正常の場合, 回転運動が加わる

V 傍胸骨アプローチ

1. 傍胸骨長軸像(left parasternal long axis view:LAX)

心エコー図において最も基本的な断層像で、心エコー図検査で得られるおよそ5~6割の情報が得られる。一般的には探触子を第3~4肋間胸骨左縁に置き描出する。正しいLAXを描出するためには、心室中隔(IVS)と左室後壁(LVPW)が同心円状になり左室腔が最大となるような断面設定を行う(図3a)。大動脈弁と僧帽弁が明瞭に観察できるが、

図3 傍胸骨アプローチの断面

a : 傍胸骨長軸像(left parasternal long axis view : LAX)

b : 大動脈弁レベルの傍胸骨短軸像(left parasternal short axis view : SAX)

c : 乳頭筋レベルの傍胸骨短軸像(left parasternal short axis view : SAX)

d : 傍胸骨右室流入路断層像

e : 傍胸骨右室流出路断層像

LV : left ventricle, LA : left atrium, RV : right ventricle, RA : right atrium, PA : pulmonary artery

実際には両者の軸にはズレがある。僧帽弁の軸は1肋間下げた方が観察しやすい場合が多い。成人の場合、心尖部は描出できず、通常、乳頭筋・腱索は観

察できない(表1)。

2. 傍胸骨短軸像(left parasternal short axis view : SAX)

傍胸骨長軸像から探触子を90°時計方向にローテ

ーティングさせる。インデックスマークの方向は被検者の左肩方向を向く。チルティングにより心基部から心尖部と断面を変え、大動脈弁レベル(図3b, 表2), 僧帽弁レベル, 乳頭筋レベル(図3c, 表3)等の画像を描出する。左冠動脈前下行枝(LAD), 回旋枝(LCX), 右冠動脈(RCA)の灌流領域を描出できるため, American Heart Associationの心筋セグメンテーションの基準¹⁴⁾に基づき, 心筋局所壁運動と責任冠動脈の関係を評価する。

Ⅵ 傍胸骨アプローチ(optional view)

1. 右室流入路断層像

LAXから探触子を右足方(内側下方)にチルティングし, 右室流入路と三尖弁の前尖, 後尖を描出する(図3d)。三尖弁閉鎖不全症の重症度評価や右室圧推定などに用いる。

2. 右室流出路断層像

LAXから探触子を内側上方に傾け, 右室流出路, 肺動脈弁, 主肺動脈を描出する(図3e)。肺動脈弁狭窄, 動脈管開存などの診断に適する断面である。

Ⅶ 心尖部アプローチ

1. 心尖部四腔像(apical 4 chamber view : AP4)

心尖拍動を触知できる症例ではその部位に探触子を当てるが, 拍動が見つけれないときには傍胸骨長軸像から左室を描出したまま心尖方向へ探触子を移動させ, 心臓の長軸に沿ってビームを投入する。ビームの先が被検者の右肩方向へ向かうように探触子を傾ける。このとき, 探触子はやや浮くようになる。探触子を心尖部に, インデックスマークを患者の左側になるように当ててスキャンすると画面の右側に左室と左房が, 左側に右室と右房が描出される(図4a, 表4a)。

心尖部アプローチでは, 確実に心尖部をとらえて画像を描出することが重要である。心尖部が正しく描出されていれば探触子を回転させても左室の長径は変化しない。回転させたときに長径が変化したり,

表4a 心尖部アプローチで観察するもの
心尖部四腔像(apical 4 chamber view)

(原則として見えているものすべてを観察する必要あり)
・LV(size, wall motion, wall thickness, 異常構造物の有無)
・LA(size, 異常構造物の有無)
・RA(size, 異常構造物の有無)
・RV(size, wall motion, 異常構造物の有無)
正常の場合, LA/LVの長径の比は1:2
・Mitral valve(動き, 性状, 逆流・狭窄の有無)
・Aortic valve(動き, 性状, 逆流・狭窄の有無)
・Tricuspid valve(動き, 性状, 逆流・狭窄の有無)
・Pulmonic valve(動き, 性状, 逆流・狭窄の有無)
・心嚢液貯留の有無(clear/unclear)

表4b 心尖部アプローチで観察するもの
心尖部五腔像および二腔像

心尖部五腔像(apical 5 chamber view)
(原則として見えているものすべてを観察する必要あり)
Apical 4 chamber viewの項目のほかに
・Aortic valve(動き, 性状, 逆流・狭窄の有無)
・Ao(拡大・狭窄の有無)
心尖部二腔像(apical 2 chamber view)
・LV(size, wall motion, wall thickness, 異常構造物の有無)
・LA(size, 異常構造物の有無)
正常の場合, LA/LVの長径の比は1:2
・Mitral valve(動き, 性状, 逆流・狭窄の有無)
・心嚢液貯留の有無(clear/unclear)

表4c 心尖部アプローチで観察するもの
心尖部長軸像(apical long axis view)

(原則として見えているものすべてを観察する必要あり)
・LV(size, wall motion, wall thickness, 異常構造物の有無)
・LA(size, 異常構造物の有無)
正常の場合, LA/LVの長径の比は1:2
・Mitral valve(動き, 性状, 逆流・狭窄の有無)
・Aortic valve(動き, 性状, 逆流・狭窄の有無)
・心嚢液貯留の有無(clear/unclear)

心尖部の表示位置が変化する場合, 真の心尖部を描出できていないかビームの方向が変わってしまっていると考える。通常, 左室の心尖の方が上(探触子に近い位置)に表示される。左室, 右室の心尖の

図4 心尖部アプローチの断面

- a : 心尖部四腔像 (apical 4 chamber view : AP4)
- b : 心尖部五腔像 (apical 5 chamber view : AP5)
- c : 心尖部二腔像 (apical 2 chamber view : AP2)
- d : 心尖部長軸像 (apical long axis view : AP LAX)

高さが変わらない場合は、真の心尖部が描出できていないことが多い。または右室の負荷所見を疑う。左室壁運動は、中隔(LAD領域)と側壁(LCX領域)の評価を行う。

2. 心尖部五腔像 (apical 5 chamber view : AP5)

AP4から探触子を体表面側(腹側)にチルティングして左室流出路を描出する(図4b, 表4b)。

3. 心尖部二腔像 (apical 2 chamber view : AP2)

AP4から探触子を右室が見えなくなるまで反時計方向に(約60~90°)ローテーティングする。右側に左室前壁、左側に下壁が描出され心尖部第1斜位(RAO)断面像が得られる(図4c)。AP2の描出は比較的困難である。左室壁運動は、前壁(LAD領域)と下壁(RCA領域)の評価を行う。

4. 心尖部長軸像 (apical long axis view : AP LAX)

AP2から探触子を反時計方向に(約45°)ローテーティングする。心室中隔が描出され、心尖部第2斜位(LAO)断層像が得られる(図4d, 表4c)。左室壁運動は、前壁中隔(LAD領域)と後壁(LCX領域)の評価を行う。

VIII 冠動脈の描出

心エコー法で冠動脈の描出、冠血流の計測は可能であるが、近年では心臓カテーテル検査を行わなくても、320列等の高速CTが冠動脈の描出を可能にしており、心エコー法で評価を行うべきではなくなっている。冠動脈の描出は高速CTの時代に入ってきたと考える。

IX 三次元心エコー法

約3,000素子を完全にマトリックス配列したマトリックスアレイトランスデューサが開発され、オンラインでreal time three-dimensional echocardiogramを描出できるようになった。さらに、フルサンプル・ボリュームスキャンを行いfull volume 3-D analysis を施行することによって、二次元画像を再構築したり壁運動評価を行うことが可能となってきた。

X TTEとTEEのコンビネーション

スクリーニング検査や術前検査として行われるTTEは、検査部門や循環器内科医によって施行され、麻酔科医が自ら施行する症例はICU入室患者などに限られる場合が多い。術中TEEを施行する症例に対し、術前に麻酔科医が自らTTEを施行することはTEE施行時の予備知識として心臓の情報を持つことができ、その意義は大きい。しかし、前述のようにすでにTTEが他の検者によって施行されていることが多いので、症例の超音波検査レポートに精通し左室拡張終期径(LVEDD)等のdimensionや左室拡張終期容積(LVEDV)から前負荷の状態を、短縮率(FS)、駆出率(EF)等からポンプ機能を把握しておくことが重要である。また、麻酔導入時にTTEを短時間で施行することも可能であり、特に弁形成術を施行する場合などはTTE所見をもとにTEEを施行することによって、術中の限られた時間の中で詳細に検討を要するポイントを整理しておくことができる。このようにTTEとTEEをコンビネーションして用いることにより、患者管理はさらに向上する。

まとめ

心エコー法の最大の特徴は、非侵襲的手技であることである。TTEは、迅速かつ安全に、繰り返し施行できるが、断層法、ドプラー法の発明により画

像の向上とともに飛躍的に発展した。このTTEの進歩とともにTEEも発展し普及してきた。TTEとTEEをコンビネーションして用いることにより、患者管理はさらに向上すると考えられる。Medical engineeringの発展とともに、今後の超音波医学のさらなる普及と進歩が期待される。

参考文献

- 1) 赤松繁：超音波診断装置(循環器用)―原理と使い方―，集中治療とClinical Engineering―機器操作のコツとトラブルシューティング―，渡辺敏編，総合医学社，東京，1999，e98-e104
- 2) Fleisher LA, Beckman JA, Brown KA, et al. : ACC/AHA 2007 guidelines on perioperative cardiovascular evaluation and care for noncardiac surgery. Circulation 116 : e418-e499, 2007
- 3) Henry WL, DeMaria A, Gramiak R, et al. : Report of the American Society of Echocardiography Committee on Nomenclature and Standards in Two-dimensional Echocardiography. Circulation 62 : 212-217, 1980
- 4) Feigenbaum H : Instrumentation, Echocardiography. Edited by Feigenbaum H. Lea & Febiger, Philadelphia, 1981, 1-50
- 5) Schiller NB, Shah PM, Crawford M, et al. : Recommendations for quantitation of the left ventricle by two-dimensional echocardiography. J Am Soc Echocardiogr 2 : 358-367, 1989
- 6) 八木登志員，室生卓：超音波診断装置の基礎と臨床応用における基本的事項，臨床心エコー図学，吉川純一編，文光堂，東京，2001，1-30
- 7) Namekawa K, Kasai C, Tsukamoto M, et al. : Realtime bloodflow imaging system utilizing auto-correlation techniques. Ultrasound Med Biol 9(Suppl 2) : 203-208, 1983
- 8) 赤松繁，上松治孝，山本道雄ほか：術中モニターとしてのリアルタイムドプラー断層心エコー図法の有用性，麻酔 37 : 1529-1536, 1988
- 9) Akamatsu S, Ueda N, Terazawa E, et al. : Mitral prosthetic dehiscence with laminar regurgitant flow signals assessed by transesophageal echocardiography. Chest 104 : 1911-1913, 1993
- 10) 赤松繁：心エコー図モニタリング，ICUとCCU 25 : 639-649, 2001
- 11) 赤松繁，土肥修司：経食道心エコー図法，集中治療 5 : 133-145, 1993
- 12) Shanewise JS, Cheung AT, Aronson S, et al. : ASE/

- SCA Guidelines for performing a comprehensive intra-operative multiplane transesophageal echocardiography examination : Recommendations of the American Society of Echocardiography Council for Intraoperative Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists Task Force for Certification in Perioperative Transesophageal Echocardiography. *Anesth Analg* 89 : 870-884, 1999
- 13) American Society of Anesthesiologists : Practice guidelines for perioperative transesophageal echocardiography. An updated report by the American Society of Anesthesiologists and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists Task Force on Transesophageal Echocardiography. *Anesthesiology* 112 : 1084-1096, 2010
- 14) Cerqueira MD, Weissman NJ, Dilsizian V, et al. : Standardized myocardial segmentation and nomenclature for tomographic imaging of the heart. A statement for healthcare professionals from the Cardiac Imaging Committee of the Council on Clinical Cardiology of the American Heart Association. *Circulation* 105 : 539-542, 2002
- 15) 渡辺弘之, 吉田清 : 経胸壁および経食道心エコー図検査の実際, 臨床心エコー図学. 吉川純一編. 文光堂, 東京, 2001, 31-48
- 16) Nishimura RA, Abel MD, Hatle LK, et al. : Relation of pulmonary vein to mitral flow velocities by transesophageal Doppler echocardiography : effect of different loading conditions. *Circulation* 81 : 1488-1497, 1990
- 17) Akamatsu S, Terazawa E, Kagawa K, et al. : Transesophageal Doppler echocardiographic assessment of pulmonary venous flow pattern in subjects without cardiovascular disease. *Int J Card Imaging* 9 : 195-200, 1993
- 18) Arakawa M, Akamatsu S, Terazawa E, et al. : Age-related increase in systolic fraction of pulmonary vein flow velocity-time integral from transesophageal Doppler echocardiography in subjects without cardiac disease. *Am J Cardiol* 70 : 1190-1194, 1992
- 19) Hatle LK, Angelsen B : Physical principles and clinical applications, Doppler Ultrasound in Cardiology. Edited by Hatle LK, Angelsen B. Lea & Febiger, Philadelphia, 1982, 22-26

Development of Echocardiography and How to Use Transthoracic Echocardiography for Anesthesiologists

Shigeru AKAMATSU^{*1}, Shinsuke HASHIMOTO^{*1}, Miki IIDA^{*2},
Akiko KOJIMA^{*1}, Aki TANAKA^{*1}, Naokazu FUKUOKA^{*2}

^{*1}Department of Anesthesiology and Critical Care Medicine, Matsunami General Hospital

^{*2}Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Gifu University Graduate School of Medicine

The progress in medical electronics has brought about great advances in hemodynamic monitoring. Echocardiography has a proven role in the urgent assessment of unstable patients with suspected cardiac disorders. Applicable technologies in echocardiography include M-mode, B-mode echocardiography and continuous wave, pulsed wave and color Doppler echocardiography. Transthoracic echocardiography (TTE) is available as a diagnostic method or hemodynamic monitoring in critical ill patients. TTE has been advanced as the technologies in medical electronics have been developed. Two-dimensional and pulsed Doppler echocardiographic evaluation of both systolic and diastolic function is necessary for the therapy of patients with severe cardiac dysfunction including myocardial infarction. Combined evaluation using TTE and transesophageal echocardiography (TEE) makes possible an accurate diagnosis in patients with cardiac dysfunction. The use of echocardiographic monitoring together with conventional pressure monitoring, such as the Swan-Ganz catheter, produces precise information on cardiac function.

With advancing the medical technology in the critical care field, we are now able to evaluate the hemodynamic variables using TTE and TEE.

Key Words : Ultrasound, Echocardiography, Doppler, Medical electronics

The Journal of Japan Society for Clinical Anesthesia Vol.31 No.5, 2011