

2. 3D/4D エコーを極める

1) リアルタイム 3D 心エコー ——循環器診療における 3D エコーの有用性

柴山謙太郎 / 渡辺 弘之 榊原記念病院循環器内科

現在の循環器診療では、形態的な特徴や心機能などをリアルタイムで非侵襲的に評価できる二次元 (2D) 心エコー図の有用性は十分に認識されている。しかし、2D 心エコー図による形態的な評価では、検者の心エコーの習熟度によって、描出される断面や空間的認識に差が生じることが課題である。

リアルタイム三次元 (3D) 心エコー図は、2D 心エコー図にさらに奥行き情報も追加することで、心エコーの習熟度にかかわらず、検査中の空間的認識を容易にした。また、検査後には複雑な過程を経ずに、三次元情報から必要とされる断面を CT と同様に切り出して、形態的な評価や計測などができるようになった。これにより、十分な時間的余裕を持って詳細な解析を行うことが可能となった。

本稿では、フィリップス社製超音波診断装置「iE33」の画像を提示し、3D 心エコー図の有用性からリアルタイム 3D 心エコーの臨床応用について述べる。

3D 心エコー図の有用性

1. 2D 心エコー図の限界

2D 心エコー図の空間的認識は、得られた二次元画像を各検者が自身の頭の中で三次元に再構築し直すという過程を経る。そのため、画像記録とその診断は、心エコーの習熟度に左右される。さらに、2D 心エコー図で心臓を観察する場合、特に局所の微細な構造は、検者以外には観察部位の位置情報が伝わりにくく、客観性が保たれにくいことがある。

また、2D 心エコー図の場合、必要な画像は検査台ですべて得なければならない、至適断面の取得には十分な経験が求められる。経胸壁心エコー図は再検査が比較的容易だが、経食道心エコー図は半侵襲的な検査であるため、このような状況は確実に避けるべきである。

2. 3D 心エコー図の有用性

3D 心エコー図は、得られたデータセットから任意の二次元断面を取り出すため、鮮明な三次元画像が得られれば心エコー習熟度への依存度を減らし、同時に、より客観的で均一な情報を共有することができる。また、3D 心エコー図で得られた情報であればオフラインでの解析が可能であるので、再検査を必要としないという利点がある。

現時点では、3D 心エコー図は、2D 心エコー図よりも空間および時間分解能で劣っているため、2D 心エコー図との補完的な使用が望まれる。

3D 心エコー図の臨床

かつて、心エコーの三次元情報は再構築法で得られていた。しかし同方法は、収集した多数の断面画像データをワークステーション上で三次元情報として再構築する方法であり、三次元化には、多くの時間や複雑な工程を必要とするなど、臨床利用上の問題も存在していた。

近年、臨床使用されているリアルタイム法は、通常の超音波診断装置でも、検査室内でリアルタイムに三次元画像を描出可能となった。

1. リアルタイム 3D 心エコーの アプローチ

リアルタイム 3D 心エコーのアプローチとして、経胸壁と経食道の 2 種類がある。経胸壁 3D 心エコーは完全な非侵襲的検査であり、左室重量・容量の測定や、弁膜症の評価が可能である。しかし、経胸壁心エコーでは避けられないノイズが画質を大幅に低下させるため、詳細な形態評価には不十分な場合がある。一方、経食道 3D 心エコーは、半侵襲的であるため十分に適応を吟味する必要があるが、よりノイズが少ない鮮明な三次元画像が得られるため、心臓手術などでの詳細な形態評価が必要な際はより重要となる。

2. リアルタイム 3D 心エコーで 使用されるモード

1) リアルタイムモード

バイプレーン断層像で任意の関心領域 (region of interest : ROI) を設定することで、リアルタイムで局所の立体像を描出できる。弁や心腔内構造物、心房中隔欠損などの局所の形態評価に優れている。

2) フルボリュームモード

心電図トリガーによる 4 または 7 心拍分の画像を収集し再構築することにより、心臓全体の立体像を描出することができる。心電図に同期した画像収集であるため、呼吸や体動により心拍ごとの画像間にズレが生じることがあり、スティッチノイズと呼ばれる。しかし、従来の再構築法と比して、はるかに少ない心拍数で画像の構築ができるので、よりリアル