

AI技術を駆使した 超音波診断装置の 循環器領域における有用性



名古屋市立大学病院

名古屋市立大学病院
循環器内科 助教

若見 和明 先生

名古屋市立大学病院 循環器内科
中央臨床検査部 助教

菊池 祥平 先生



超高齢社会、心不全パンデミック問題などを背景に、より高画質で、簡単・効率的な心エコー図検査が求められている。超音波診断装置 Aplio i-series / Prism Editionは、AI技術を駆使して開発された自動計測、断面自動認識、Workflow Navigatorなど先進機能を搭載し、循環器領域における高度な要望に応えるべく工夫されている。本機の有用性や使用感について、名古屋市立大学病院循環器内科の先生方に伺った。

*2021年7月21日名古屋市立大学病院にて

検査項目の増大により求められる 効率的かつ正確な心エコー図検査

—— 名古屋市立大学病院循環器内科での超音波診断装置の使用状況、心エコー図検査の実施状況をお聞かせください。

菊池 心エコー図検査で用いる超音波検査装置は、中央臨床検査部で7台、循環器病棟及びCCU（急性心臓疾患治療部）で1台ずつ、研究用装置として3台の計12台を使用しています。中央臨床検査部で行う心エコー図検査は1日平均約35件、うち循環器内科からの依頼によるものは15～20件です。

若見 循環器内科のスタッフ数は、育休中のスタッフも含めると18名、平均年齢は40歳前後です。循環器内科では心エコー図検査による心機能評価を重視しています。カンファレンスでも日々変化する病態評価の重要な指標の一つとして心エコーは必須となるため、心機能・心不全評価に必要な最低限の項目はすべての医師が評価できるようトレーニングしています。

—— 心エコー図検査の対象者について、最近の傾向をお教えてください。

若見 心エコー図検査の対象として、高齢の心不全患者が増えて印象があります。原疾患は様々ですが、弁膜症や虚血性心疾患、頻脈性の心房細動をきっかけとした心不全の増悪などが多く見られます。

菊池 3年ほど前に検査室をリニューアルしたのですが、リニューアル前の心エコー図検査の実施件数は年間5,000件程度だったのが、今年は8,000件程度と予測され、右肩上がりで推移しています。循環器内科以外の診療科からの依頼も増えています。高齢者の手術では、術前に心臓系の異常の有無を確認するために検査を行うケースもあります。最近では、がん治療関連心筋障害（CTRCD）のモニタリングのために、化学療法を受けている患者さんに対する定期的な検査も多くなっています。

若見 当院では、2020年に腫瘍循環器外来を開設しました。血液内科や乳腺外科など、薬剤性の心筋障害を起こしうる抗がん剤を用いる診療科の患者さんに、薬剤投与前後で心エコー図検査を実施する体制を整えました。左室駆出率（LVEF）や心筋ストレイン評価が重要です。これらのデータをもとに腫瘍を治療している医師に治療方針について助言できる診療体制を整えています。

—— 検査の内容では、どのような傾向や課題が見られますか。

菊池 以前と比較して評価項目は増加傾向にあります。心エコー図検査の1症例あたりの所要時間は30分程度ですから、その中で様々な項目を評価するのは大変です。評価項目としては、左室機能では、以前はLVEFの評価が一般的でしたが、最近では心筋ストレインの解析による収縮機能の詳細な評価をオーダーされることも増えてきました。加えて左房や右房、右室の機能なども幅広く評価するようになっていきます。

したがって、熟練した超音波検査技師なら時間内に検査が行えますが、経験が浅い超音波検査技師の場合や複雑な症例の場合はどうしても検査時間が長くなりがちです。

若見 検者間誤差も課題といえます。薬剤性の心筋障害の診断では、LVEFの変化を経時的にモニタリングしますが、その際、検者間誤差が大きいと判断に間違いが生じる可能性があります。そこで、これを最小に抑えるための教育やトレーニングをカンファレンスの場や勉強会などで行っています。



画像1 中央臨床検査部検査室での心エコー図検査の様子

トレース精度の高さにより 検者間誤差を低減する自動計測機能

—— **Aplio i-series / Prism Edition**を使用されたご感想をお聞かせください。まず、自動計測機能はいかがでしょうか。

菊池 自動計測機能としてAuto E/A、Auto LVOT、Auto AV、Auto TRなどがありますが、いずれも精度が高かったです。

例えば、画像のどこを測定すればよいか判断が難しいと思われる症例でも、装置が選定した箇所と自分の想定した箇所が一致することが多いです。不鮮明に見える画像でもかなり正確に計測してくれるので、やり直したり、調整したりの手間が少なくなりました。画像の解析時間も短く、ワンタッチで計測し、すぐに次の検査に移れるため、検者のストレス軽減にもつながっています。

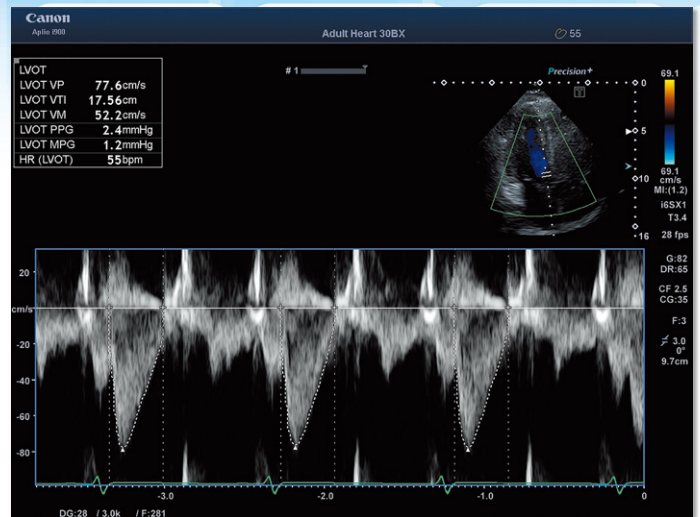
装置の操作性は、これまで使用していた自動計測機能が付属していない前バージョンとほとんど変わらないため、違和感なく使用できることもメリットです。

若見 自動計測機能は、課題である検者間誤差の低減にも一役買ってくれることが期待できそうです。CTRCのモニタリングを行う場合でも、再現性の良いLVEFの測定値が得られるので、正確な経過観察が行えると思います。

—— **自動計測機能の優位性について、具体的にお教えてください。**

若見 心拍出量は、ドプラ法で左室流出路（LVOT）などの大動脈駆出血流速速度波形のVTI（時間速度積分値）を計測して算出しますが、本機のドプラ波形のオートトレースの精度は、熟練の検者も納得できるレベルだと思います。

菊池 例えば「画像2」はAuto LVOTによってLVOTの流速を測定したのですが、経験の浅い検者の場合、最大流速とノイズ部分（針のように立ち上がった部分）を見誤りがちです。しかし、Auto LVOTではノイズを拾わず、正確に最大流速を判断して計測してくれます。



画像2 Auto LVOTでは、紛らわしいノイズがある波形でも検者の感覚に近い場所をトレースしている。

—— **Workflow Navigator**については、いかがでしょうか。

菊池 Workflow Navigatorは、アメリカ心エコー図学会およびヨーロッパ心血管画像学会（ASE/EACVI）ガイドライン¹⁾に基づいて各種測定項目を指示してくれる機能です（画像3）。心エコー図検査に慣れていない医師は、このような指示が表示されることで、必要な検査項目の測定漏れを防ぐことができます。

若見 研修医や若手の循環器内科の医師などへの教育にも有用だと思います。



画像3 Workflow Navigatorは、ASE/EACVIガイドラインに基づいて、対象疾患の検査項目などを指示。

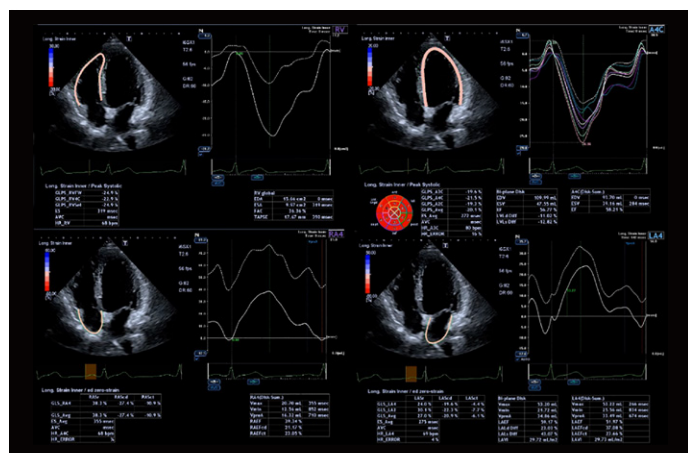
4腔すべてに対応した2D WMTと 画質が向上した3D WMT

—— **2D Wall Motion Tracking (2D WMT)**については、いかがですか。

菊池 2D WMTはSpeckle Tracking法を利用したもので、心内膜のラインを細かく等分し、それぞれの点の長さの変化の合計でストレインを算出します。前バージョンの機種にも搭載されていましたが、対応は左室のみでした。新機種は左房や右室、右房もオートトレースして評価できるようになっています（画像4）。近年、心機能評価では左房機能や右心系機能も注目されているので、短時間でそれらすべてを解析できるのは有益です。また、ストレインと同時に左室容積やLVEF、左房容積や左房EF (Emptying Fraction) などの指標も算出してくれるため、検査効率がとても向上しました。左房EFは心房細動の発症予測の指標として注目されており、左房機能を評価することは、とても有用です。



Aplio i-series / Prism Edition

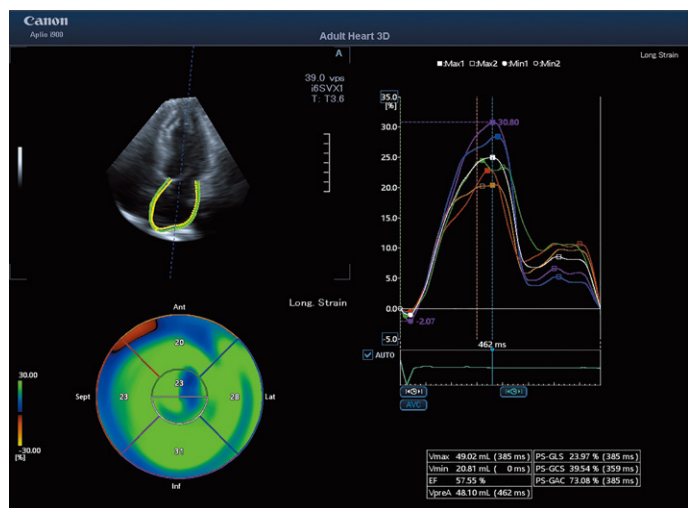


画像4 Prism Editionの2D WMTは4腔それぞれの断面を自動認識し初期輪郭を表示することが可能。

若見 トレース精度については、前機種に比べ、特に心尖部のトラッキングが良くなっています。また、オートトラッキングを修正する場合、以前は1点ずつ手動で修正しなければなりませんでした。本機は心内膜の曲面に応じてトラッキング位置がアジャストされますので、修正も容易となり格段に効率的になりました。

—— 3D WMTの印象をお聞かせください。

菊池 3D WMT (画像5) では、2D WMTの欠点である心拍による解析断面のズレの影響が克服され、心臓の動きを三次元的にとらえられるため、より正確に心機能进行评估することが可能となったことに加え、従来機種に比べて画質が向上していると感じています。トラッキング機能も優秀で、解析にかかる手間と時間も少ないと思います。



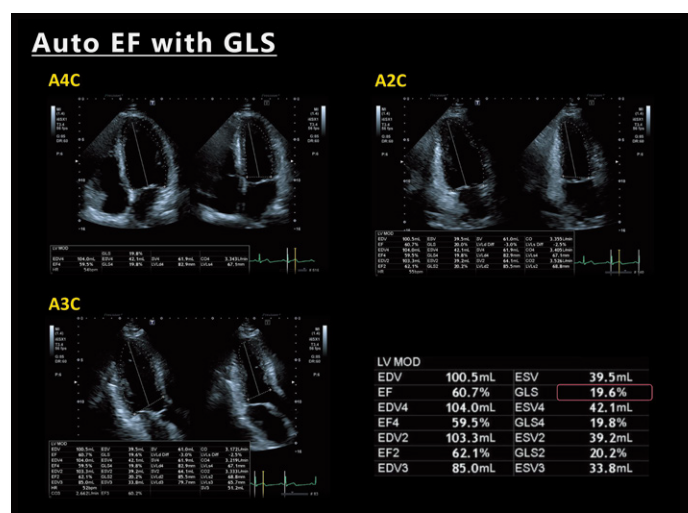
画像5 3D WMTでは左室・右室に加えて左房も解析可能。

若見 軸合わせがなくなったのも嬉しいですね。以前は心腔の長軸をマニュアルで設定して解析しやすい断面を用意しなければなりませんでした。その手間が不要になりました。計測の手順が簡略化され、ほぼワンタッチで計測できるのも有り難いです。

近年注目されるGLSや左房機能の計測が容易に

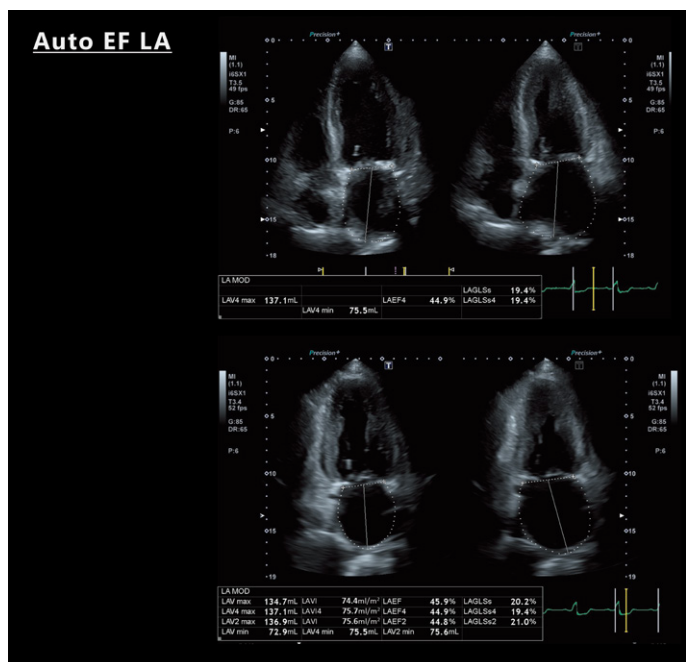
——最近、GLS (Global Longitudinal Strain) や左房評価が注目されています。これらに対応した機能であるAuto EF with GLS、Auto EF LAについては、どのような印象を持たれましたか。

菊池 GLSは左室心筋全体の長軸方向の収縮指標で、LVEFより鋭敏な左室機能指標として注目されています。Auto EF with GLS (画像6) は、通常の検査の流れの中でGLSを計測できるのがメリットです。2D WMTでもGLSとLVEFが同時に測定できますが、これからGLSの測定を始めようという施設では、操作がより簡単なAuto EF with GLSのほうが導入しやすいのではないのでしょうか。



画像6 Auto EF with GLSでは、別アプリケーションを起動することなく、通常の検査の流れの中でGLSを求めることが可能。

若見 左房容積変化率およびストレイン評価は左室拡張機能障害の推定指標になるという報告があります²⁾。Auto EF LA (画像7) は、左室同様に左房の自動計測が可能な機能で、左房単独、左室・左房同時計測が行えます。以前は検者が時相を選んで数値を出し、手計算で左房のEmptying FractionやLVEF、左室収縮機能を求めていましたが、左房も左室も一緒に自動計測できるのは便利です。



画像7 Auto EF LAでは、左室同様に左房の自動計測が可能となり、左房単独、左室・左房同時計測が行える。

メーカーには、より高い画質とAI技術の追求を期待

—— 今後の抱負や超音波診断装置やメーカーに対する期待をお聞かせください。

菊池 心エコー図検査は検者のスキルに左右されることがありますが、装置の進歩によって熟練者でなくてもきれいな画像が撮れるようになり、かつ、自動化計測により検査の信頼度も格段に向上してきました。さらに信頼性を高めるためにも、超音波診断装置メーカーには、より解像度の高い美しい画像を追求するとともに、精度の高い自動計測技術を付加してもらいたいと期待しています。

若見 3D心エコー法は、まだ基準値が確立されておらず、臨床で十分に活用されていないのが現状です。検査データの蓄積が、将来のよりの確な心不全治療、心疾患治療に役立つはずですから、Aplio i-seriesの自動計測機能を活かし、データを積極的に蓄積していきたいと考えています。メーカーへの期待としては、検者をサポートするためのAI技術を高めるとともに、検査項目をさらに充実させるためにも、検査時間のさらなる短縮化につながる技術開発も進めていただきたいと思います。

3D心エコー法の臨床での活用に向けさらなるAI技術の向上を

名古屋市立大学病院 循環器内科 診療科部長・教授 瀬尾由広先生



がん治療関連心筋障害(CTRCD)などの疾患での検討により、ようやくGLSが臨床に応用できる評価方法として成熟してきました。GLSは数パーセントの変化を経時的にフォローしていくので、再現性の良さが重要です。したがって、AIを駆使した自動計測によって、検者間誤差を最小限にし、また、再現性良く計測結果を得ることが強く求められます。

最近、検査件数も増加傾向にあり、検査の目的によっては計測項目も非常に増えていますので、効率的に検査を行うことも大事です。その意味でも、AIを活用して開発された自動計測機能は、検査時間の短縮に加えてデータの正確性が担保されるため、理想的なツールであり、今後はこういった流れとなっていくと考えられます。

左心房については、リザーバーファンクションが心不全の予後や運動耐容能を規定することがわかってきており³⁻⁴⁾、今、大いに注目されています。左房は非常に複雑な形状をしているため、検者間誤差も発生しやすく、時間のかかる検査部位の一つと言えます。これらの問題もAIを活用して開発された自動計測機能で補完できれば、導入のハードルが下がります。将来的に左房のリザーバー機能などは左室拡張機能のガイドラインに採用されると思いますので、今後もキャノンメディカルシステムズには、こういった臨床が求める項目に対して、再現性よく、かつ精度の高い自動計測をはじめとするさまざまな技術革新を期待しています。

1) Nagueh SF et al. : J Am Soc Echocardiogr. 2016;29(4):277-314.

2) Tsang TSM. et al. : Am J Cardiol. 2002;90(12):1284-9.

* 内容に関しましては、発言者の見解であることにご留意ください。

3) Obokata M. et al. : JACC Cardiovasc Imaging. 2013;6(7):749-58.

4) Thomas L. et al. : J Am Coll Cardiol. 2019;73(15):1961-77.

一般名称:汎用超音波画像診断装置

販売名:超音波診断装置 Aplio i700 TUS-AI700

認証番号:228ABBZX00022000

一般名称:汎用超音波画像診断装置

販売名:超音波診断装置 Aplio i800 TUS-AI800

認証番号:228ABBZX00021000

一般名称:汎用超音波画像診断装置

販売名:超音波診断装置 Aplio i900 TUS-AI900

認証番号:228ABBZX00020000

一般名称:手持型体外式超音波診断用プローブ

販売名:セクタ式電子スキャンプローブ i6SX1 PSI-30BX

認証番号:228ABBZX00027000

キャノンメディカルシステムズ株式会社

本社 〒324-8550 栃木県大田原市下石上1385番地

<https://jp.medical.canon>

© Canon Medical Systems Corporation 2021

Made For life