



周術期のPOC 周術期に活躍する心エコー

国家公務員共済組合連合会 横浜南共済病院
麻酔科 渡邊 至



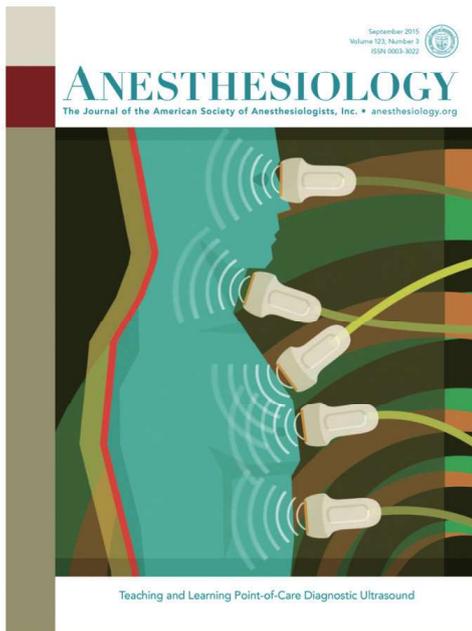


Point-of-Care Ultrasound(POCUS)という概念が登場して10年余りが経過し、わが国では、救急、ICUを中心として徐々に普及してきた。近年の超音波装置の進化、エコーガイド下神経ブロックの普及に伴い、手術室での超音波診療の環境が整備され、POCUSの麻酔科領域での有効性についても認知されつつある。

Perioperative Point-of-Care Ultrasound (P-POCUS)

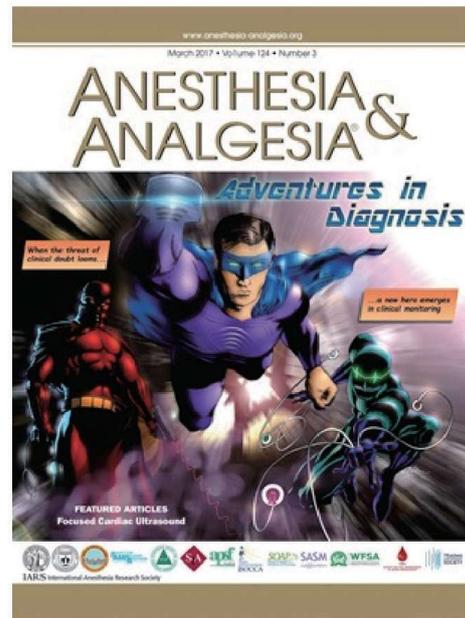
2015年ごろより麻酔科関連の有名ジャーナルの表紙にPOCUSが登場するようになり、麻酔科医が習得すべきスキルとして提唱されてきた(図1)。

図1. 麻酔関連ジャーナルのPOCUSに関するカバー



注1

Anesthesiology, 2015



Anesth Analg, 2017

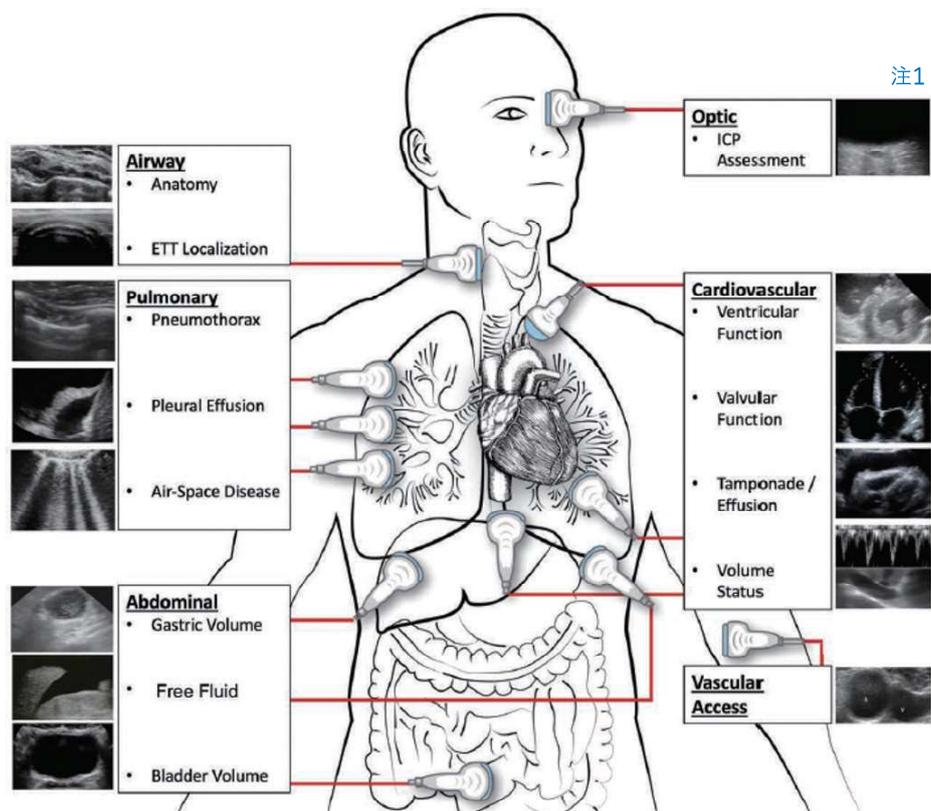
その間日本の麻酔科領域では、エコーガイド下神経ブロックが“熱狂的に”受け入れられて来た反面、POCUSへの関心は相対的に低いままであった。海外では、周術期(術前、術中、術後)に全身を対象としたPOCUS、“周術期POCUS”(P-POCUS)という名称が提唱され(図2)、既に一部の教育機関ではフレームワークを構築し、麻酔科レジデント(日本の専攻医)プログラムへの組み込みが試みられている¹⁾²⁾。

日常診療でAirway, Breathing, Circulationを扱う麻酔診療と、超音波診断(以下エコー)は非常に相性が良いことは明らかである。特にPOCUSでは、その場で画像情報を得て、臨床所見と併せて解釈し、治療を進めていく事が可能である。“急患”、“急変”といった臨床シーンと遭遇することが多い麻酔科医にとって、エコーは強力な武器であると、日々の臨床で実感している。エコーガイド下神経ブロックと併せて、POCUSスキルアップをお勧めしたい。今回は、その中でも経胸壁心エコー(TTE)を取り上げ、その活用法についてご紹介する。

注1: 図1(左)、図2はP-POCUSの対象部位を説明した図であり、弊社超音波診断装置の適用部位とは相関していません。

Venue Goは国内において眼球への適用は禁忌・禁止となっています。

図2. 全身を対象としたP-POCUS



文献2)より引用

1.手術室心エコーはFocused Cardiac Ultrasound(FoCUS)

心エコーというと、Ejection fraction (EF)、LV Dimension diastolic/systolic(Dd/Ds)、IVC diameter(IVCD)といった各種計測値が思い浮かぶ。検査室で行われる系統的な心エコー検査では、定型的なレポートに記録された絶対値から、我々麻酔科医は正常・異常を判断している。それに対して、目標指向型心エコー(以下FoCUS)は、いわゆる“ちょい当て心エコー”と呼ばれ、見た目での評価(eyeball評価)を基本とする。両者の比較を表1に示す。

表1. 系統的な心エコー検査とFoCUSの比較

	検査室心エコー検査	周術期FoCUS
施行場所	検査室	手術室・術前外来・ICUなど
施行時間	15～30分間	できるだけ短時間(最初の描出まで数秒)
検査項目	規定項目+α	規定なし(必要な所見のみ)
M-mode	計測あり	使用しない(してはならない)
検査精度	優(定量評価)	良(定性評価)

FoCUSとは、ショックなど不安定な循環動態の原因を検索するため、**必要なviewだけを短時間で**描出し、身体所見や病歴と併せて**判断しつつ**、治療の**方向性を決めていく**ためのツールである。基本的に、系統的な心エコーとは全く別のモダリティと考えた方が理解がしやすい。もちろん最終的には、Mモードやカラードブラを用いた計測やレポート作成が出来ることが望ましいが、再現性のある計測値を測定するためには、常に計測に値する“きれいなview”を描出するスキルが必要である。心エコーだけではないが、不正確な測定値は、誤った臨床判断につながるリスクがあり、まずはFoCUSで描出力を上げてから、“二刀流”に挑戦することをお勧めする。



2. FoCUS習得に向けて

FoCUSにはFATE[※]、FEELなど複数のプロトコルが存在するが、基本的には使用するviewや評価項目はほぼ共通であり、詳細は他稿に譲る³⁾。描出のトレーニングは手術室でも十分可能ではあるが、エコーに関する基本的な知識は必須である。また、よりよい描出のためのコツや基本的なアルゴリズムを理解する必要があり、学会併設や企業主催のセミナーでのハンズオントレーニングは、FoCUS上達のためには不可欠と言える。

※FATE(focus assessed transthoracic echo)コース

ABCD sonographyが開催するFoCUSの1日ワークショップ。E-learning(所要約7時間)により、当日はモデルでの描出に専念することが可能。日本全国で40回近いコース開催実績があるが、COVID-19の影響により2020年以降開催が停止しており、早期の再開が望まれる。

3. FoCUSは難しいのか？

“TTEって難しいですよね？”麻酔科医からよく聞かれる(同意を求められている?)質問である。リニアプローブを使った神経ブロックは出来る、経食道心エコーもそれなりに出来るのに、TTEは全然うまくいかない!というケースである。

TTEの特徴として、

① 肋骨や肺が描出の障害となる(図3)

心臓を描出するためのウィンドウは、肋骨や肺など、超音波が通過しない構造物に囲まれている。これら避けるためには、通常体位や呼吸の調整が必須となるが、手術中、全身麻酔中にはこれらの調整には制限があることが多い。

② セクタープローブのフットプリントが小さい

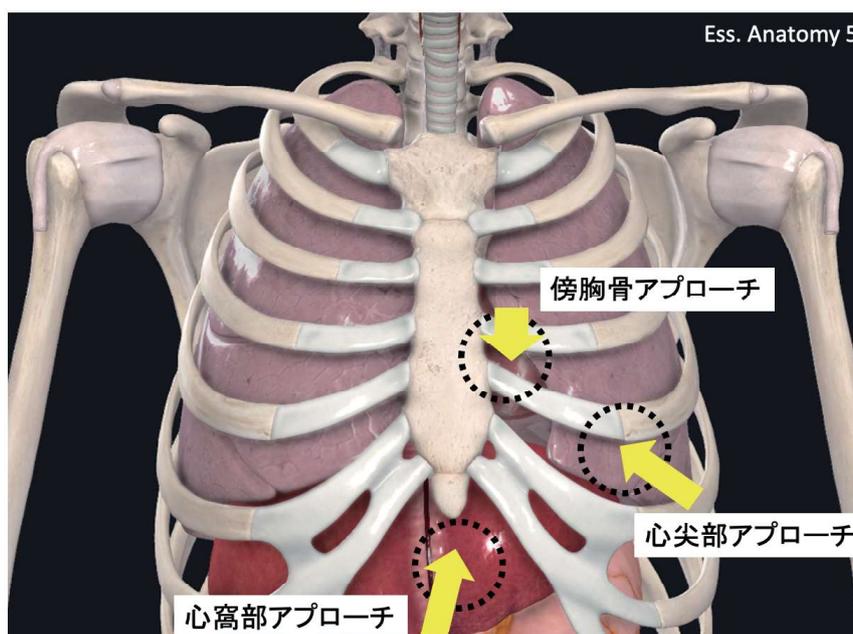
患者との接地面積が小さい上に、プローブの保持にも慣れが必要で画像が不安定になりやすい。特に側臥位では、プローブ位置が下方にスライドしてしまう事が多い。

③ 観察深度が10cm以上

小さなプローブ操作により、viewが3次元で大きく変化する(特に心尖部四腔像)。より正しいviewに修正するコツ(アルゴリズム)は、前述のハンズオントレーニングが非常に有効である。

以上より、FoCUSではリニアプローブによる神経ブロックとは全く別のスキルが必要になる(ただしエコーをモダリティとしたPOCUSという点では同一)。

図3. FoCUS各アプローチと周辺組織



各アプローチのウィンドウ(破線マル)と超音波ビームの方向を示す(黄色矢印)

4. 心窩部アプローチから始めてみる

FoCUSにおいて、描出までの時間は非常に重要である。急変時に、検査のために無駄な時間を費やすことは本末転倒である。本稿では、最初のアプローチとして、心窩部アプローチを推奨し解説する。

心窩部アプローチの特徴

① 肝臓をウィンドウにするため、肋骨・肺に視野が障害されない

傍胸骨、心尖部アプローチでは障害となる肺からの影響をほとんど受けないため、描出までの時間も短い。仰臥位のため、プローブが保持しやすくviewの安定性も高い。さらに吸気時には、縦隔が押し下げられ視野が改善し、**調節呼吸との相性も良好**である。ただし肝臓を挟む分、観察深度がやや深くなり画質自体は低下するが、eyeballでの定性評価への影響は少ない(図3)。

② IVCの観察が可能

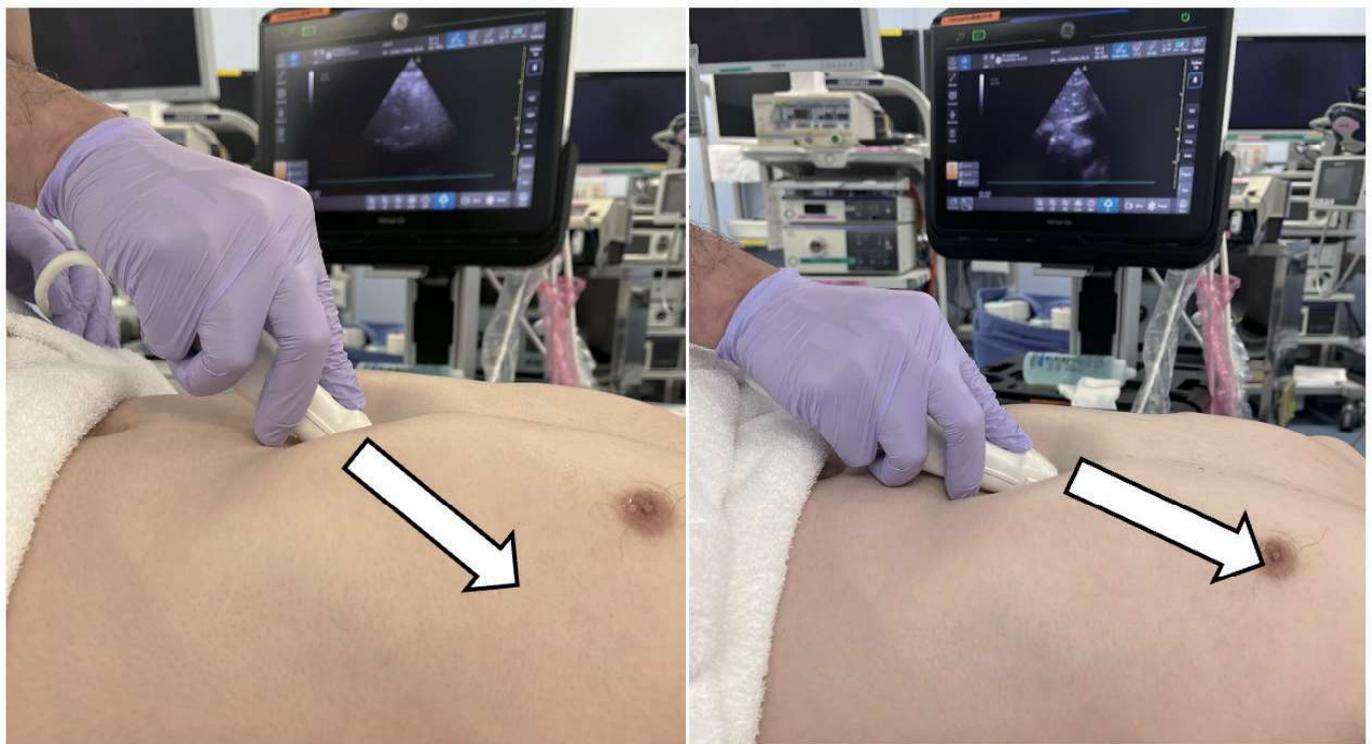
系統的な心エコー検査では、このアプローチはIVC観察のみに用いられることが多い。

このアプローチでは、かなりプローブを強く上腹部に押し込む必要があるため、疼痛が生じやすい(図4)。一方、強い圧着はプローブの安定性を向上させる。これらの点においても、**全身麻酔、筋弛緩薬との相性は良好**である。

③ 腹部の状況により描出困難

術後FoCUSでは、上腹部切開創やドレーンによりアプローチが制限される。**同様に腹腔内ガスや胃内容に干渉される**こともある。一方、胸部処置とは干渉しないため、CPR中のモニター(心収縮の有無など)には有効なアプローチである。

図4. 心窩部アプローチでのプローブの向き



ビームが背側に向きすぎている

ビームは心臓(胸骨背面)方向に向いている



各アプローチの描出性は？

著者の施設での自験例を示す。全身麻酔、仰臥位、調整呼吸中、各アプローチでの描出性を検証した。

各アプローチ、制限時間10秒間で、

- A. 描出されるべき構造が全て確認できる。
- B. 一部の構造だけ描出される。
- C. 描出不良により評価不可 の3段階に分類した。

傍胸骨、心尖部アプローチでは、それぞれ44%、72%の症例で全く情報が得られなかった。それに対して心窩部アプローチでは、78%で評価可能な画像(A+B)が得られた(図5)。PoCUSでは、迅速に定性評価可能な画像を得ることが重要である。

描出、評価手順

① 心窩部四腔像/長軸像(図6AB)

評価項目：**心嚢水の貯留**、右房左房・右室左室のサイズ
プローブの角度により、左心と右心のバランスや形状が変化するため、収縮能や右心負荷所見の判断は初学者にはやや難しい。心房中隔の観察には適している。

② 短軸像(図7AB、図8AB)

評価項目：**右室左室のサイズ、心収縮能、壁運動異常、右心負荷所見、高度の大動脈弁狭窄(AS)**

上記長軸像から、プローブの角度を保持したまま、反時計周りに90度回転させると心室短軸像が得られる(図7AB)。

胸骨左縁短軸像を時計回りに回転させた像となり、心臓の大きさ、見た目EF、壁運動異常、D-shapeといった右心負荷所見など、最も多くの情報が得られる最もポピュラーなviewである。傍胸骨アプローチ同様に、心臓の軸に沿ってティルティングを行うと、心基部方向(右肩方向)では僧房弁→大動脈弁短軸が描出され(図8AB)、心尖部方向(左肩方向)では乳頭筋→心尖部まで描出が可能となる。

ただし、綺麗な長軸像が得られなければ、そこからプローブを回転させても、評価に値する短軸像は得られないため、傍胸骨アプローチでの描出へ変更してみる。FoCUSでは、一つのアプローチに固執せず、手際よくスキャンしていく事が重要である。

図5. 各アプローチでの描出性自験例

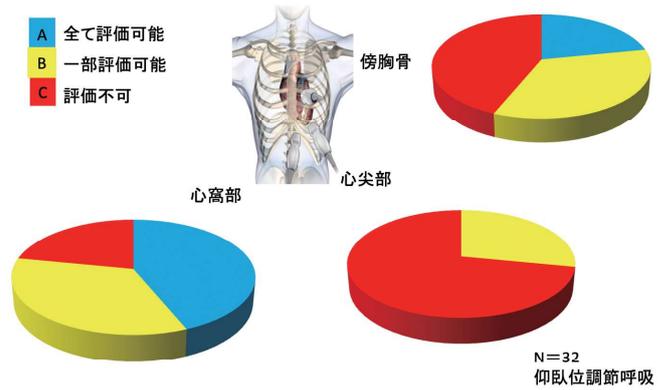


図6. 心窩部四腔像 / 長軸像

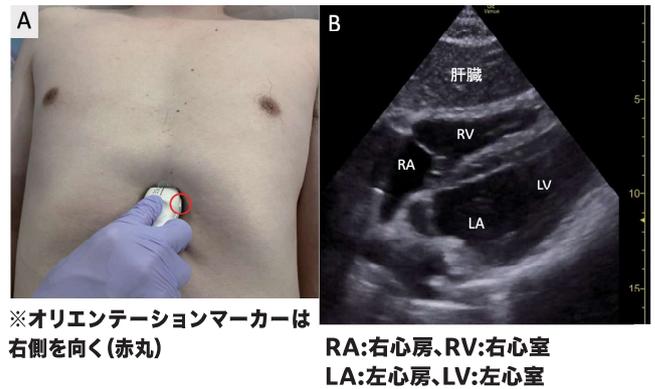


図7. 心窩部四腔像 / 短軸像 心室レベル

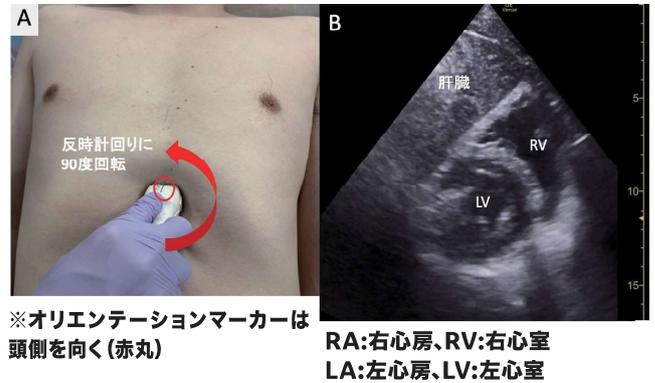
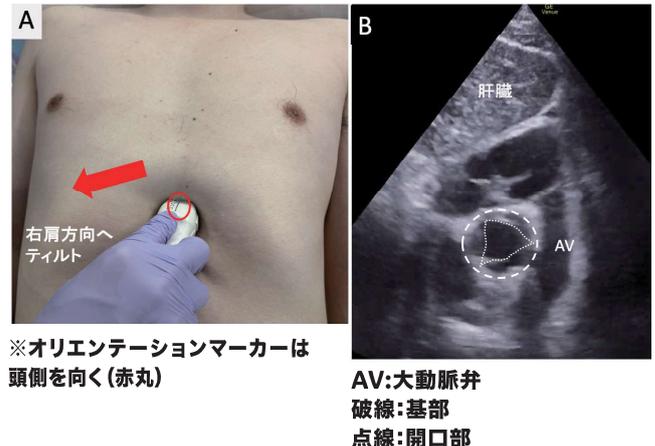


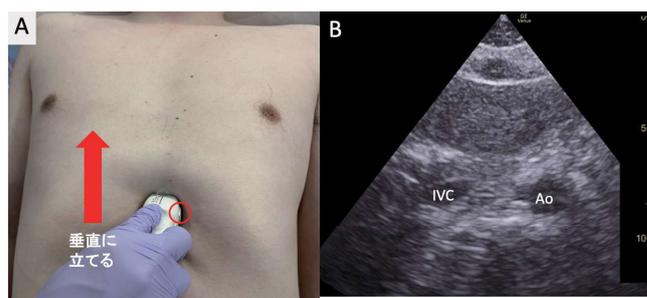
図8. 心窩部四腔像 / 短軸像 大動脈弁レベル



③ IVC、大動脈観察(図9AB)

評価項目:**IVCの形状、呼吸性変動、大動脈解離、大動脈瘤**
心窩部四腔像に戻り、プローブを垂直に立てるとIVC、腹部大動脈の短軸像が得られる。eyeball評価には短軸像IVCの形状評価(正円～楕円～虚脱)が適している。深度を調節し、評価を行う。

図9. IVC・Aorta / 短軸像

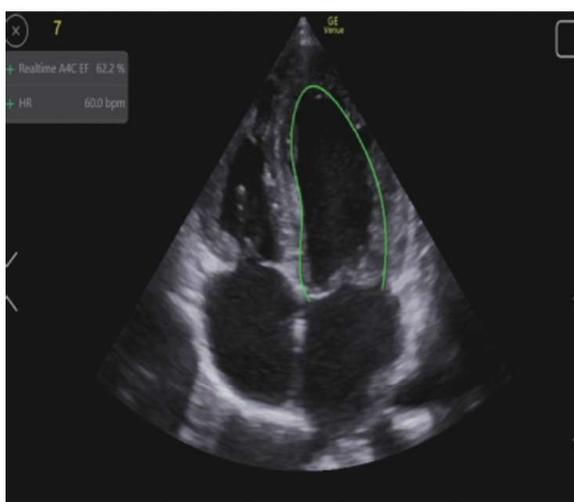


※オリエンテーションマーカーは IVC:下大静脈
右側を向く(赤丸) Ao:腹部大動脈

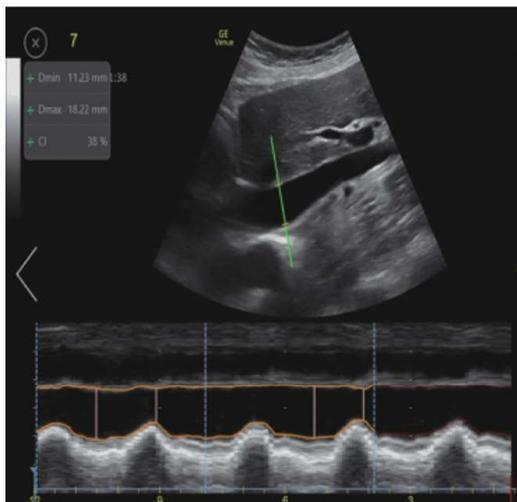
5.まとめ

計測や描出の難しさから敬遠されがちなTTEだが、臨床麻酔で欲しい情報は、ほぼ全て心窩部アプローチで得られ、P-POCUSとして始めるには非常にお勧めである。是非麻酔科神経ブロック用のエコーにセクタープローブを装備し、強力な武器として使いこなしてみたい。さらに近年AI(artificial intelligence)を用いて開発されたテクノロジーが臨床にも登場してきた(図10)。FoCUSで計測を行わないのは、あくまでも検査時間の観点からであり、即座に正しく計測が可能であれば、検査のクオリティーはさらに向上すると期待される。最近のレビューでも、AIの登場により、系統のエコー検査とPOCUSが融合しつつあると解説されている⁴⁾。本プロトコルでは取り上げられなかった、P-POCUS(個人的には下肢静脈エコーを推奨!)についても、近年多くのエビデンスが示されており、アンテナを広く広げて是非挑戦してみたい。

図10. AIを用いて開発された計測テクノロジー



Real Time EF®:viewのクオリティーも色で表示



AutoIVC®:Mモードビームの向きも自動補正



参考文献

- 1) Impact assessment of perioperative point-of-care ultrasound training on anesthesiology residents. Ramsingh D, Rinehart J, Kain Z, et al. Anesthesiology. 2015 Sep;123(3):670-82.
- 2) Perioperative Point-of-Care Ultrasound: From Concept to Application. Ramsingh D, Bronshteyn YS, Haskins S, et al. Anesthesiology. 2020 Apr;132(4):908-916.
- 3) Why Anesthesiologists Must Incorporate Focused Cardiac Ultrasound Into Daily Practice. Coker BJ, Zimmerman JM. Anesth Analg. 2017 Mar;124(3):761-765.
- 4) Point-of-Care Ultrasonography. Díaz-Gómez JL, Mayo PH, Koenig SJ. N Engl J Med. 2021 Oct 21;385(17):1593-1602.

