

**PHILIPS**

Healthcare

超音波診斷裝置

# Revealing new insights

iRotate electronic rotation and  
xPlane adjustable biplane imaging



# Revealing new insights

iRotate electronic rotation and  
xPlane adjustable biplane imaging

Annemien van den Bosch and Jackie McGhie

Department of Cardiology, Erasmus Medical Center, Rotterdam, the Netherlands

---

## Introduction

心エコー検査は、心血管疾患疑い、または診断済みの患者の診断、管理および経過観察のために最も多く用いられている技術の1つで、経胸壁から取得する心臓のマルチプレーン（複数断面）、シーケンシャルプレーン（連続断面）、シングルプレーン（単一断面）がベースとなっています。新世代の2D/3Dマトリックストランスジューサの開発により、同時マルチプレーン画像(simultaneous multiplane imaging: SMPI) と呼ばれる新たな

手法が使用可能になりました。この新たな手法では、電子的に360° 2D画像が回転するiRotateと、同時に2断面の2D画像が観察可能なxPlaneが使用できます。

バイプレーンとトリプレーンの心エコー検査は1988年から使用可能でしたが、現時点で文献が少なく、この技術が十分に評価されていないか、技術が適切でないことが示唆されます。2003年には、Sugeng他が

経胸壁バイプレーン心エコー検査を紹介し、負荷心エコー検査中に2断面を同時に表示することの価値が示されています<sup>1</sup>。これにより検査時間が短縮され、心房細動を有する患者の左室(LV)機能についてシングルビートでの評価の可能性が示唆されています。iRotateおよびxPlane機能により、バイプレーンおよびトリプレーンイメージングの制約が克服される可能性があり、重要な臨床的価値があります。

---

## Image acquisition

本稿のために、X5-1経胸壁(TTE)またはX7-2t経食道(TEE)xMATRIXトランスジューサを搭載したPhilips iE33またはEPIQ 7超音波診断装置を用いて同時マルチプレーン画像を取得しました。同時マルチプレーン画像では、

一度決めたエコーウィンドウ内で必要なviewを探ことができ、手動で明瞭なエコーウィンドウを探すためにトランスジューサを回転させるのと比較して、トランスジューサの操作が最小限になります。

## Imaging: How to start?

基準断面は、検者が決めたトランスジューサ位置によって規定され、従来の2D画像と同じように描出されます。この基準断面から、中心縦軸で断面を回転させる(iRotate)か、第二断面に lateral tilt を使用した xPlane、elevation tilt を使用した xPlane、iRotate 併用 xPlane、iRotate カラー併用 xPlane を表示することができます。

### iRotate

TTE 中には、iRotate を用いて、基準断面から断面を  $5^{\circ}$  刻みで  $360^{\circ}$  の範囲で回転させることができます。TEE 中には、 $1^{\circ}$  刻みで  $180^{\circ}$  の回転が可能です(図1)。

注意点：iRotate モードではフレームレートが損なわれませんが、xPlane モードでは半分に低下します。

### xPlane with lateral tilt or elevation tilt

xPlane は、基準断面から正中線を通じて直交像を取得し、第2画像として表示します。第2画像は、正中線から最大  $+30^{\circ} \sim -30^{\circ}$  の lateral tilt (図2)、または、基準断面から最大  $+30^{\circ} \sim -30^{\circ}$  の elevation tilt (図3) から選択することができます。

### xPlane with iRotate:

このモードは、xPlane と iRotate の併用モードです。基準断面の中心縦軸の周りを回転させる角度を調整し、第2画像を選択できます<sup>2</sup>(図4)。

### xPlane and iRotate color flow

このモードは、弁機能不全の根底にある病因の正確な把握に役立ち、逆流ジェットの総合評価を可能にします。複数の逆流ジェット、正確な vena contracta およびジェットの範囲がさらに容易に検出されます(図5および図6)。

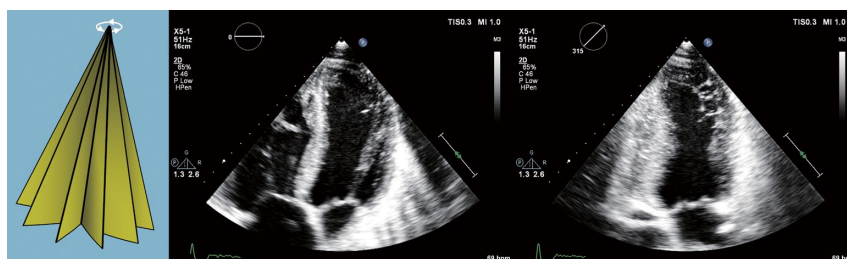


図1 基準断面の心尖4腔像( $0^{\circ}$  または  $360^{\circ}$  と規定)に対し、2腔像は  $\pm 60^{\circ}$  の回転によって取得できる。

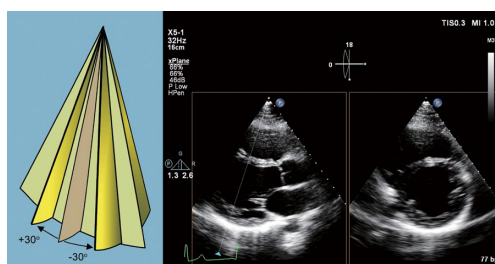


図2 xPlane with lateral tilt: 標準的な傍胸骨長軸像(基準断面)から、 $+18^{\circ}$  の lateral tilt で、乳頭筋レベルの直交像を取得できる。

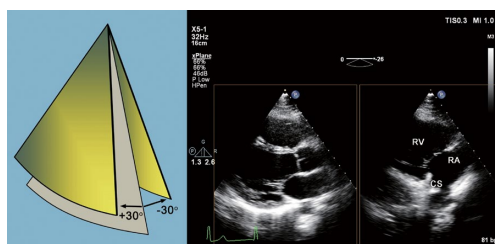


図3 xPlane with elevation tilt: 傍胸骨長軸像(基準断面)から、 $-26^{\circ}$  の elevation tilt で、右室流入路像を取得できる。RV: 右室、RA: 右房、CS: 冠静脈洞。

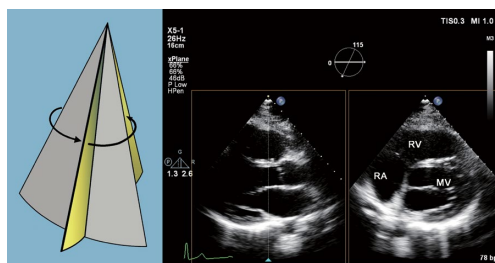


図4 xPlane with iRotate: 傍胸骨長軸像(基準断面)から、基本断面から外れた短軸-長軸像を取得できる。この例では、 $+115^{\circ}$  の回転を用いている。RV: 右室、RA: 右房、MV: 僧帽弁。

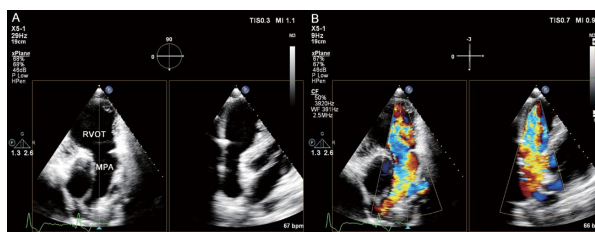


図5 xPlane モードで傍胸骨の短軸像(基準断面)および長軸像に同時にみられた重度肺動脈弁逆流。RVOT: 右室流出路、MPA: 主肺動脈。

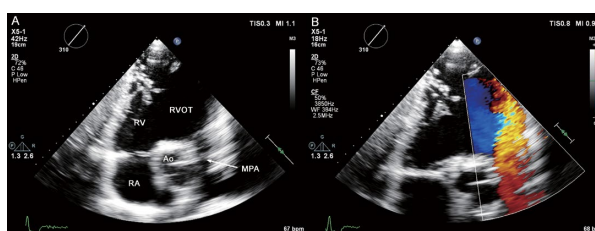


図6 iRotate モードでRV冠状画像にみられた重度肺動脈弁逆流。RV: 右室、RA: 右房、RVOT: 右室流出路、MPA: 主肺動脈、Ao: 大動脈

## Unique applications of SMPI

### 左室および左房の評価

2D心エコー検査は、画質の問題を別にすれば、LV容積および駆出率の算出において価値が限られています。この理由は、LV画像(特に2腔像)は短縮していることが多く、4腔像および2腔像は相互に真に垂直となっておらず、パイプライン Simpson 算出に適用される幾何学的仮定が当てはまらないことです。

このような制約はxPlaneを使用すれば克服することができます。2つの垂直断面を同じ心拍で取得でき、心房細動を有する患者には特に大きな利点があります。パイプラインまたはトリプレーン画像に基づく解析は、3D心エコー法が適用できない患者の簡易かつ合理的な代替手段となるでしょう。2断面の垂直を確認できるようになったことで、心尖部の4腔像

が縮小している場合はxPlaneまたはiRotateでは、誤った2腔像が表示されます。同様に、xPlaneは、左房(LA)容積を定量化する際に、3D心エコー法の簡易かつ合理的な代替手段となるでしょう。

### 負荷心エコー検査中の自動ローテーション

xPlaneは、基準断面から正中線を通じ負荷心エコー検査中にiRotateを用いる

ことにより、トランスジューサ位置を変更せずに、4腔像から、心尖部2腔像、3腔像を含む全体的な負荷エコープロトコルを実行できます。2腔像、3腔像のローテーション画像をベースライン時に取得すれば、以降の検査時にデフォルト設定として使用可能です。このデフォルト設定では、負荷心エコー検査を通じて基準断面の変動が減少し、LV壁運動異常の解析でより正確な画像収集が可能となります(図7)。

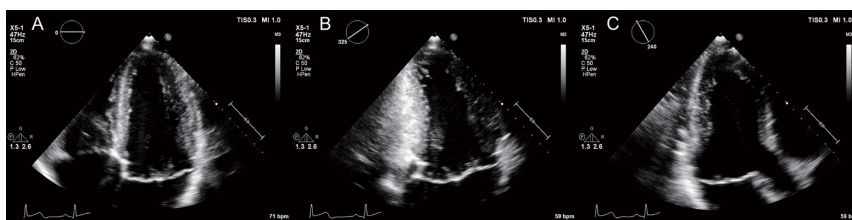


図7 (A) 短縮のない心尖部4腔像(基準断面)。iRotateでは、トランスジューサを移動せず、(B) 2腔像および(C) 3腔像を取得できる。

## iRotate を用いた右室評価の新規アプローチ

iRotateでは、規定された解剖学的ランドマークを用い、定位置に置いたトランスジューサで単一のエコーウィンドウから右室(RV)を観察することができます<sup>3</sup>。取得できる像は、RVがセクターの中心にあり、心室中隔とRV側壁が描出されているRV Focused View(4腔、0°)、RV前壁を描出する冠静脈洞像(CS ± 40°)、RV下壁を描出する大動脈像(Ao ± 40°)、RVのRV流出路(RVOT)前壁および下壁を描出する冠状面像(CV ± 90°)です。描出能は良好で、RVの計測と機能評価の正常値が確立されています。さまざまな病態でRVを評価することを目的としたこの新機能について全ての可能性を確認するには、さらにstudyを行う必要があります(図8)。

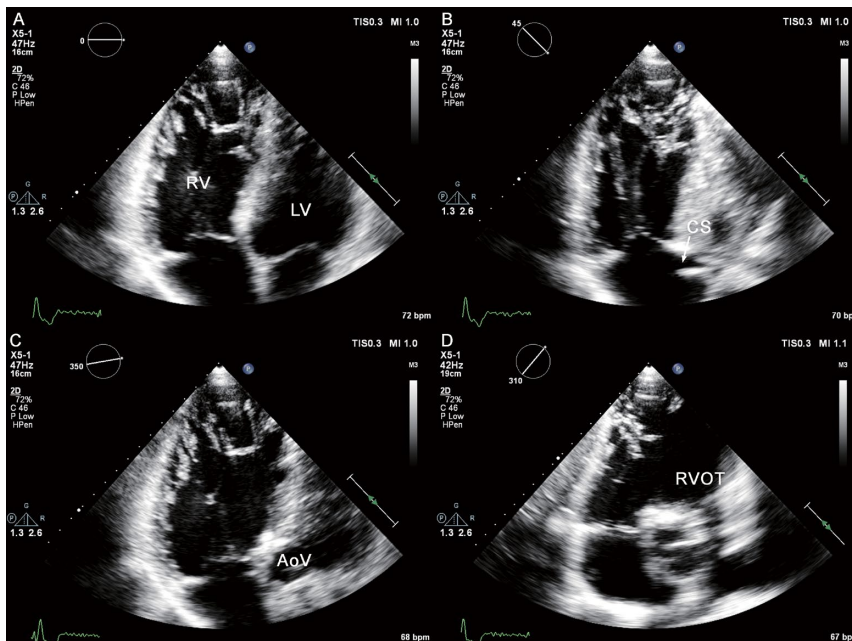


図8 (A) RV Focused 心尖部4腔像でのRV側壁(0°)、(B)冠静脈洞像でのRV前壁(45°)、(C)大動脈像でのRV下壁(-10°)、(D)冠状面増でのRV下壁およびRVOT前壁(-50°)

## 弁の病態評価における SMPI の臨床的価値：

### 弁逆流

僧帽弁逆流患者の管理では、正確な病因および僧帽弁機能不全に至る基礎病変を特定することが重要です。欧州では、変性性僧帽弁疾患が最も頻度の高い病因です。このような患者では、弁再建手術が成功する可能性を予測するため、正確な形態学的評価が必要です。大半の患者では、病態の局在化(関与する僧帽弁尖セグメントの評価)を標準的な2D心エコー検査で特定することが可能ですが、これには広範な専門知識が必要です。僧帽弁逆流はメカニズムとジェットの状態に左右されるため、必ずしも標準的な2D断面上に存在するとは限らず、最大限に可視化されるとも限りません。

iRotateでは、トランスジューサを心尖部に置き、僧帽弁をできる限り中心に描出すると、僧帽弁逆流ジェットの

総合的な評価が可能です(図9)。

僧帽弁の評価には、lateral tiltを併用したxPlaneも役立ち(図10)、僧帽弁逸脱症に關与するscallopのセグメント解析により、特定がさらに容易となります。

僧帽弁レベルの短軸からガイドする複数の僧帽弁傍胸骨長軸像により、僧帽弁scallopのセグメント解析が可能になります。

### 弁狭窄

経胸壁で優れた画質が得られた患者では、左室流出路、大動脈弁および僧帽弁を2D短軸断面で直接計測することが可能です。ただし、弁口面積測定では、弁口の3D構造が複雑なため、常に慎重に判定する必要があります。leaflet先端の最も狭い

ポイントに断面を併せることも困難と考えられます。僧帽弁および大動脈二尖弁のドーム状の弁口にはこれが特に当てはまり、閉鎖ラインがエキセントリックなことがあります。これは、狭窄の重症度の評価を誤る重大な要因となります。

lateral tilt併用xPlaneでは、傍胸骨長軸像からガイドすることにより、LV流出路(LVOT)または弁の断面像を正確なレベルで取得できます。ただし、心臓周期を通じた心臓の動きにより、基準ラインが心臓周期の特定の時点で同じ対象領域を横断しなくなる可能性があるため、この測定を行う際には注意が必要です。

### 弁輪および弁領域の測定

僧帽弁輪は、僧帽弁機構の重要な構成要素です。僧帽弁輪の拡大は、僧帽弁逆流の主要メカニズムの1つです。しかし、僧帽弁輪は円形というより楕円形またはD-shapeになっており、断面が異なると違うサイズになります。

心尖部2腔像からの正しい位置のxPlaneでは、僧帽弁scallopのP3、A2、P1、および両乳頭筋が対称的に交差し、僧帽弁輪のmajor(基準断面)およびminor(第2画像)の直径を測定することができます。同様に、正常な右室と拡張した右室では、傍胸骨短軸またはRV focused心尖部4腔像からのxPlaneにより、三尖弁輪の2軸の直径を測定できます。しかし、僧帽弁輪および三尖弁輪は複雑な非平面形状となっているため、これらの測定には限界があります。

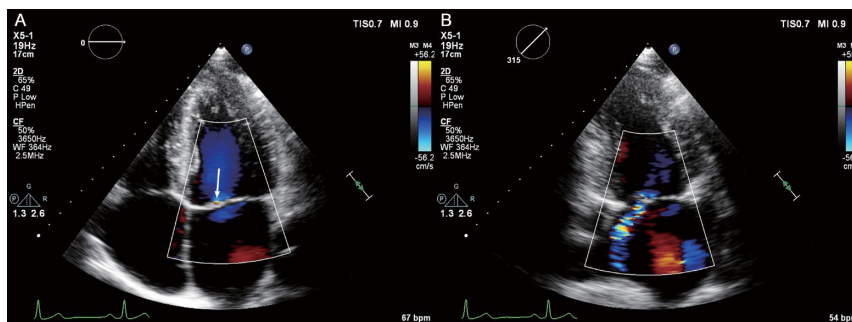


図9 (A) 僧帽弁逆流ジェットは、標準的な心尖部 view で目視できないことがある。(B) 僧帽弁を中心に断面を回転させることで、エキセントリックジェットの描出が容易となる。

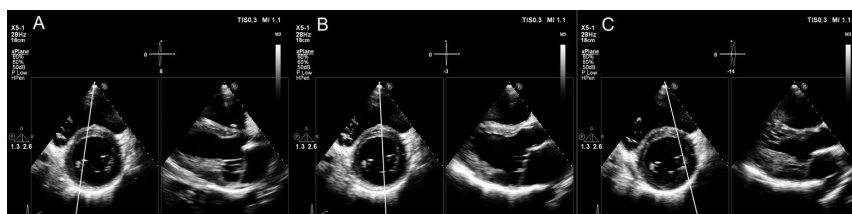


図10 lateral tilt 併用xPlaneによる僧帽弁の形態および機能の評価(A) P3 およびA3 scallop, (B) P2 およびA2 scallop, (C) P1およびA1 scallop。

## Clinical value for surgical and interventional cardiology

TEE中に取得したiRotate画像は従来のTEEトランスジューサーを用いて取得した画像と同一ですが、ステアリング機能が機械的ではなく電子的である点が異なります。lateral tilt、elevation tilt 併用xPlaneは、TTEと同様に動作します。

### 左心耳

左心耳(LAA)には一過性脳虚血発作や脳血管障害に至る血栓が隠れているおそれがあります。残念ながら、血栓と櫛状筋の識別が困難なことがあります。

xPlaneモードのlateral sweepを使ってLAAを横断して観察すると、形成された血栓と、このような小櫛状筋との識別が比較的容易になると考えられます。

### MitraClip mitral valve repair

僧帽弁逆流の治療を目的としたMitraClip手技中では、僧帽弁尖をクリップします。この手技は、MitraClipの留置位置を特定して安全な心房中隔穿刺を実施するために、心エコー画像に大きく依存します。

大動脈弁短軸像とbicaval viewを同時に示すxPlane像は、中隔穿刺の正確な位置を確認するために不可欠な情報をもたらします(図11)。

僧帽弁逆流ジェットへのデリバリーカテーテルのポジショニングを行い、僧帽弁尖を下側から把持する際には、xPlaneの長軸像とinter-commissural viewの同時表示が手技を容易にします。lateral tiltとelevation tiltを使用すれば、基準断面でクリップの連続モニタリングが容易にできるため、2つの直交断面での観察下でクリップを正確に展開できます(図12)。

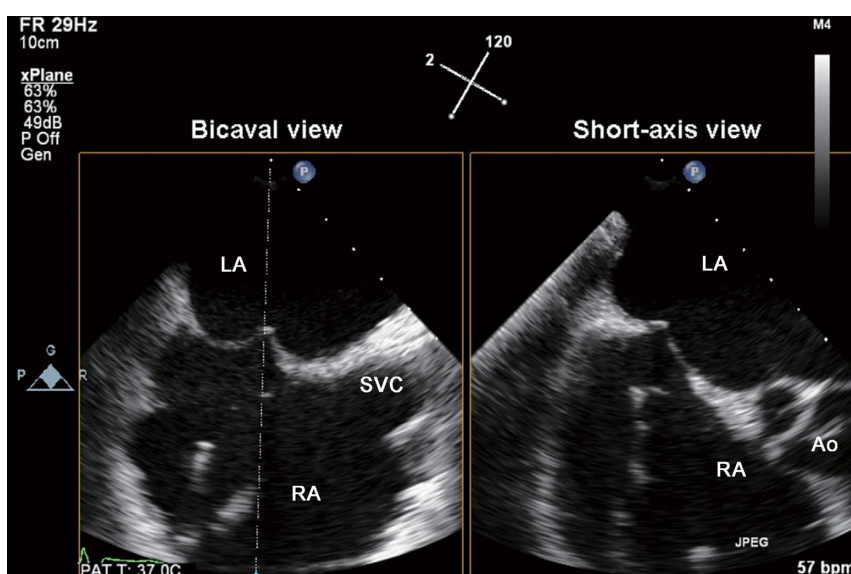


図11 中隔穿刺の正確な位置確認のために心房中隔のbicaval viewと短軸像を同時に表示する経食道心エコー法のxPlane像(iRotate 120°、lateral tilt 2°)。LA:左房、RA:右房、SVC:上大静脈

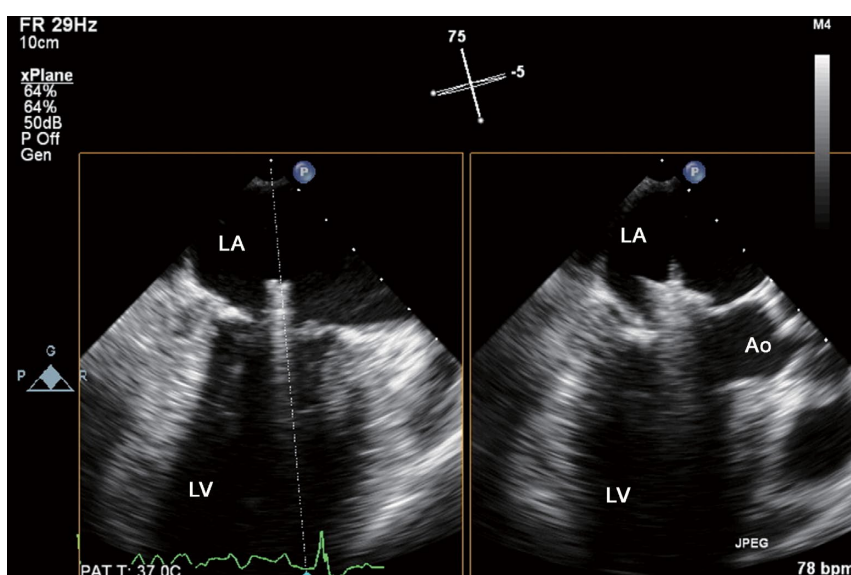


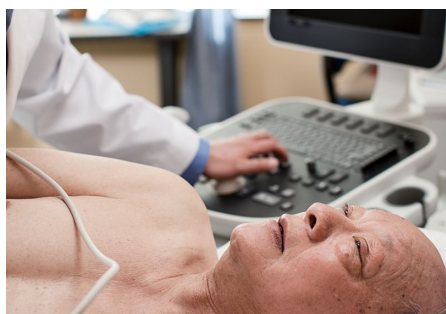
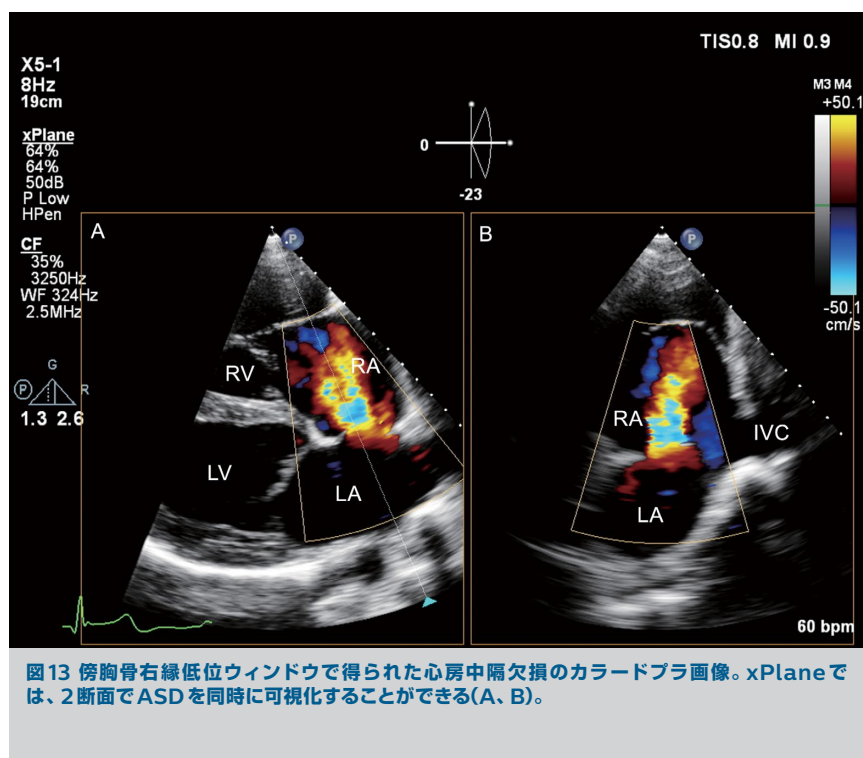
図12 iRotate(75°)およびxPlaneのLateral tilt(-5°)により、MitraClip手技中の僧帽弁クリップの展開を連続モニタリングすることが可能になる。LA:左房、LV:左室、Ao:大動脈

## 先天性心疾患

### 心房中隔欠損

心房中隔欠損(ASD) および周囲の rim のサイズは、経皮的閉鎖術または外科的閉鎖を選択する上で重要な決定因子になります。ASDが30 mmを超える場合や欠損部周縁の組織が不十分な場合は、経皮的閉鎖術に適していません。また、特に非円形欠損では、1断面の2D心エコー検査で最大直径が過小評価されることがよく知られています。

iRotateモードで利用可能な多くの画像およびxPlaneを用いて取得した直交断面は、欠損部およびその周辺rimの包括的な可視化を可能にします(図13)。先天性心疾患のさまざまな症例では、対象領域が標準的な2D心エコー像で得られないことが多いため、これら2つのモードを使用することには大きな価値があります。



## 結論

同時マルチプレーン画像は、迅速かつ容易に使用でき、わかりやすい手法であるため、心エコー検査を多く実施する検査室でスキャン時間を短縮することが可能になり、心臓の機能と形態に関する特有の臨床情報が得られます。また、2Dと3Dの認識のギャップを最終的に埋め、エコー検査室に3D心エコー検査を導入しやすくする可能性を秘めています。

- 1 Sugeng L, Kirkpatrick J, Lang RM, et al: Biplane stress echocardiography using a prototype matrix-array transducer. *J Am Soc Echocardiogr* 2003;16:937-941.
- 2 McGhie JS, Vletter WB, de Groot-de Laat LE, Ren B, Frowijn R, van den Bosch AE, Soliman OI, Geleijnse ML. Echocardiography. Contributions of simultaneous multiplane echocardiographic imaging in daily clinical practice. *2014 Feb*;31(2):245-54.
- 3 McGhie JS, Menting ME, Vletter WB, Frowijn R, Roos-Hesselink JW, van der Zwaan HB, Soliman OI, Geleijnse ML, van den Bosch AE. Quantitative assessment of the entire right ventricle from one acoustic window: an attractive approach. *Eur Heart J cardiovasc. Imaging*. 2016 Aug 7.



製造販売業者  
**株式会社フィリップス・ジャパン**

〒108-8507 東京都港区港南 2-13-37 フィリップスビル

お客様窓口 0120-556-494

03-3740-3213

受付時間 9:00~18:00(土・日・祝祭日・年末年始を除く)

[www.philips.co.jp/healthcare](http://www.philips.co.jp/healthcare)

改良などの理由により予告なしに意匠、仕様の一部を変更することがあります。あらかじめご了承ください。詳しくは担当営業、もしくは「お客様窓口」までお問い合わせください。記載されている製品名などの固有名詞は、Koninklijke Philips N.V. またはその他の会社の商標または登録商標です。

販売名：超音波画像診断装置 EPIQ / Affiniti  
医療機器認証番号：225ADBZX00148000  
管理医療機器/特定保守管理医療機器

販売名：フィリップス 超音波診断用プローブ X5-1  
医療機器認証番号：223ACBZX00007000  
管理医療機器/特定保守管理医療機器