

# การตรวจคลื่นเสียงความถี่สูง หัวใจทารกในครรภ์ (fetal echocardiography)

ธีระภัทร เจริญวิทย์

## บทนำ

ภาวะหัวใจพิการแต่กำเนิด (congenital heart disease) เป็นสาเหตุหลักของเกิดภาวะทุพพลภาพ และการเสียชีวิตของทารกโดยอุบัติการณ์การเกิดภาวะหัวใจพิการแต่กำเนิดอยู่ที่ 6 ต่อ 1,000 การคลอดมีชีวิต<sup>(1, 2)</sup> การตรวจวินิจฉัยทารกในครรภ์จึงมีความจำเป็นและสำคัญมากเนื่องจากหากตรวจพบความผิดปกติของหัวใจและสามารถวินิจฉัยได้จะสามารถเปลี่ยนการพยากรณ์โรคของทารกหลังจากที่เกิดมาเช่นโรคในกลุ่ม ductal dependent (critical aortic stenosis, interrupted aortic arch, severe coarctation of aorta, hypoplastic left heart syndrome, pulmonary atresia with intact interventricular septum, pulmonary atresia with single ventricle, critical pulmonary stenosis, Ebsteins anomaly เป็นต้น) ซึ่งโรคกลุ่มนี้ควรได้รับยา prostaglandin เพื่อเปิด ductus arteriosus<sup>(3-6)</sup> การตรวจหัวใจทารกในครรภ์โดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูง (fetal echocardiography) หมายถึงการตรวจหัวใจทารกอย่างละเอียดโดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูงเพื่อตรวจหาความผิดปกติหรือความพิการของหัวใจแต่กำเนิด (congenital heart disease) การตรวจ fetal echocardiography เป็นการตรวจละเอียดเพิ่มเติมจากการตรวจคัดกรองหัวใจทารกในครรภ์แบบปกติซึ่งเป็นเพียงแค่ตรวจ 4-chamber view และ outflow tracts เท่านั้น<sup>(7)</sup> โดยในบทความนี้จะกล่าวถึงข้อบ่งชี้ในการตรวจ เทคนิคการตรวจ แนวทางการตรวจ fetal echocardiography ซึ่งหากสูติแพทย์หรือแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านเวชศาสตร์มารดาและทารกในครรภ์สามารถตรวจวินิจฉัยภาวะหัวใจพิการแต่กำเนิดได้อย่างถูกต้องก็จะทำให้กุมารแพทย์และกุมารศัลยแพทย์ทรวงอกสามารถวางแผนแนวทางการรักษาเพื่อลดภาวะทุพพลภาพและอัตราการเสียชีวิตของทารกลงได้

## ข้อบ่งชี้การตรวจหัวใจทารกในครรภ์ด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง

ข้อบ่งชี้ในการตรวจ fetal echocardiography นั้นขึ้นอยู่กับความเสี่ยงของทารกต่อภาวะหัวใจพิการแต่กำเนิด<sup>(1)</sup> แต่อย่างไรก็ตามในบางครั้งภาวะหัวใจพิการแต่กำเนิดก็ไม่ได้มาจากปัจจัยเสี่ยงทางหญิงตั้งครรภ์

หรือปัจจัยเสี่ยงทางทารกแต่เกิดขึ้นเองและตรวจพบตอนตรวจคัดกรองความผิดปกติของทารกโดยการตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงในช่วงไตรมาสที่สอง แต่ถ้าหากตรวจพบว่าทารกมีความเสี่ยงของการเกิดภาวะหัวใจพิการแต่กำเนิดควรส่งต่อไปยังโรงพยาบาลศูนย์หรือโรงพยาบาลโรงเรียนแพทย์เพื่อทำการตรวจ fetal echocardiography<sup>(7, 8)</sup> โดยข้อบ่งชี้ทางทารกและทางหญิงตั้งครรภ์เพื่อส่งตรวจ fetal echocardiography ดังแสดงในตารางที่ 1<sup>(9-13)</sup> และ 2<sup>(9-13)</sup>

### ตารางที่ 1. แสดงข้อบ่งชี้ของทารกเพื่อส่งตรวจ fetal echocardiography<sup>(9-13)</sup>

ข้อบ่งชี้ในการตรวจ fetal echocardiography
สงสัยโครงสร้างของหัวใจทารกผิดปกติ
สงสัยว่าการทำงานของหัวใจทารกผิดปกติ
ทารกบวมน้ำ (hydrops fetalis)
ทารกมีภาวะหัวใจเต้นเร็วกว่าปกติ (persistent fetal tachycardia; หัวใจทารกเต้นมากกว่า 180 ครั้งต่อนาที)
ทารกมีภาวะหัวใจเต้นช้ากว่าปกติ (persistent fetal bradycardia; หัวใจทารกเต้นช้ากว่า 120 ครั้งต่อนาที) หรือสงสัยภาวะ fetal heart block
ทารกมีภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะบ่อย ๆ (frequent episodes or a persistently irregular cardiac rhythm )
ทารกมีความผิดปกติที่โครงสร้างอื่นนอกเหนือจากหัวใจ
ทารกมี NT ที่หนามากกว่าเท่ากับ 3.5 มม. หรือมากกว่า 99 เพอร์เซ็นไทล์ที่อายุครรภ์นั้น ๆ <sup>(9, 10)</sup>
โครโมโซมของทารกผิดปกติโดยการตรวจ invasive genetic testing หรือการตรวจด้วย cell-free fetal DNA
การตั้งครรภ์แฝดแบบ monochorionic twinning
<b>การตรวจ fetal echocardiography อาจพิจารณาทำในกรณีต่อไปนี้</b>
ตรวจพบว่ามีภาวะไหลเวียนของเส้นเลือดดำที่ผิดปกติ (systemic venous anomaly เช่น persistent right umbilical vein, left superior vena cava หรือ absent ductus venosus) <sup>(11, 12)</sup>
วัดค่า NT อยู่ระหว่าง 3.0-3.4 มม.

## ตารางที่ 2. แสดงข้อบ่งชี้ของหญิงตั้งครรภ์เพื่อส่งตรวจ fetal echocardiography<sup>(13-18)</sup>

ข้อบ่งชี้ในการตรวจ fetal echocardiography
เป็นเบาหวานก่อนการตั้งครรภ์โดยไม่ขึ้นกับระดับของ HbA1C <sup>(14)</sup>
เป็นเบาหวานขณะตั้งครรภ์ (gestational diabetes) วินิจฉัยในไตรมาสแรกหรือช่วงแรกของไตรมาสที่สอง
ตั้งครรภ์โดยวิธี in vitro fertilization รวมการทำ intracytoplasmic sperm injection <sup>(15, 18)</sup>
มีภาวะ phenylketonuria (มีระดับของ phenylalanine มากกว่า 10 มก. ต่อ ดล.) <sup>(17)</sup>
เป็น autoimmune disease with anti-Sjogren syndrome related antigen A antibodies และมีบุตรคนก่อนเป็น
มีประวัติ first-degree relative ของทารกในครรภ์มีความพิการของหัวใจแต่กำเนิด (พ่อ แม่ พี่น้องหรือมีประวัติทารกครรภ์ก่อน)
มีประวัติญาติระดับ first หรือ second-degree เป็นโรคที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมแบบ mendelian inheritance และมีประวัติว่าในช่วงวัยเด็กมีความผิดปกติของหัวใจ
ได้รับสาร retinoid
มีการติดเชื้อหัดเยอรมันในช่วงไตรมาสแรก
การตรวจ fetal echocardiography อาจพิจารณาทำในกรณีต่อไปนี้
มีประวัติได้รับสารก่อความพิการ (teratogen exposure) เช่น paroxetine, carbamazepine, lithium
มีประวัติได้รับยาลดความดันเช่น angiotensin-converting enzyme inhibitors <sup>(18)</sup>
เป็น autoimmune disease with anti-Sjogren syndrome related antigen A antibodies แต่ไม่มีบุตรคนก่อนเป็น
มีประวัติ second-degree relative ของทารกในครรภ์มีความพิการของหัวใจแต่กำเนิด

มีบางกรณีที่สามารถพิจารณาส่งตรวจ fetal echocardiography หากตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงแบบละเอียดแล้วพบว่ามี ความผิดปกติ<sup>(8)</sup> ดังแสดงในตารางที่ 3<sup>(13, 19-21)</sup>

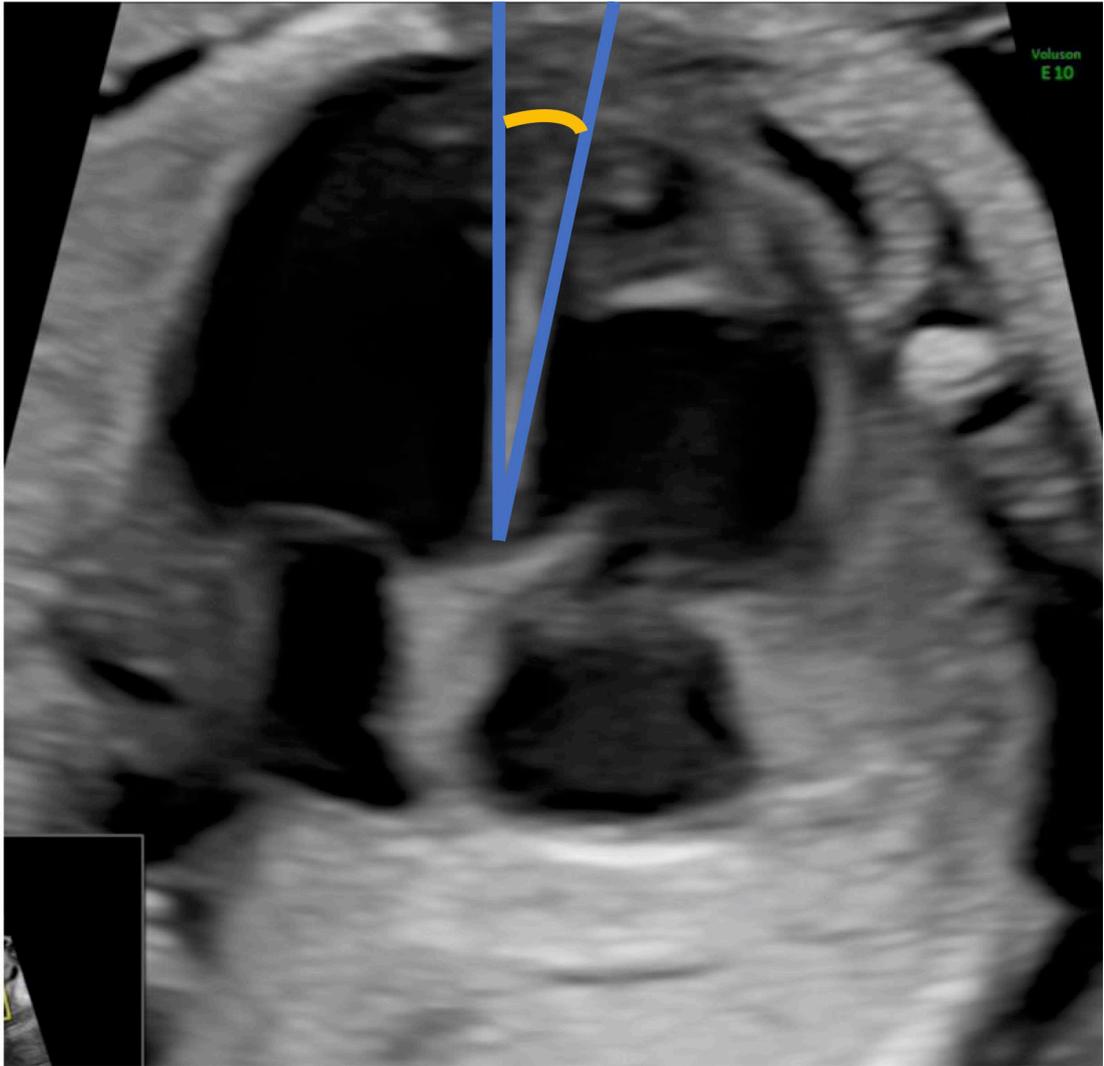
**ตารางที่ 3.** ข้อควรพิจารณาส่งตรวจ fetal echocardiography หากตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงแบบละเอียด แล้วพบความผิดปกติ<sup>(13, 19-21)</sup>

เป็นเบาหวานขณะตั้งครรภ์โดยวินิจฉัยหลังไตรมาสที่สอง
ได้รับยา warfarin
มีประวัติดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ <sup>(19, 20)</sup>
ตรวจพบ echogenic intracardiac focus
มารดามีไข้หรือมีการติดเชื้อไวรัสร่วมกับมี seroconversion <sup>(21)</sup>
มีญาติเป็นหัวใจพิการแต่กำเนิดเพียงอย่างเดียวโดยที่ญาติมีช่วงห่างเกินกว่า second degree เมื่อเทียบกับทารกในครรภ์

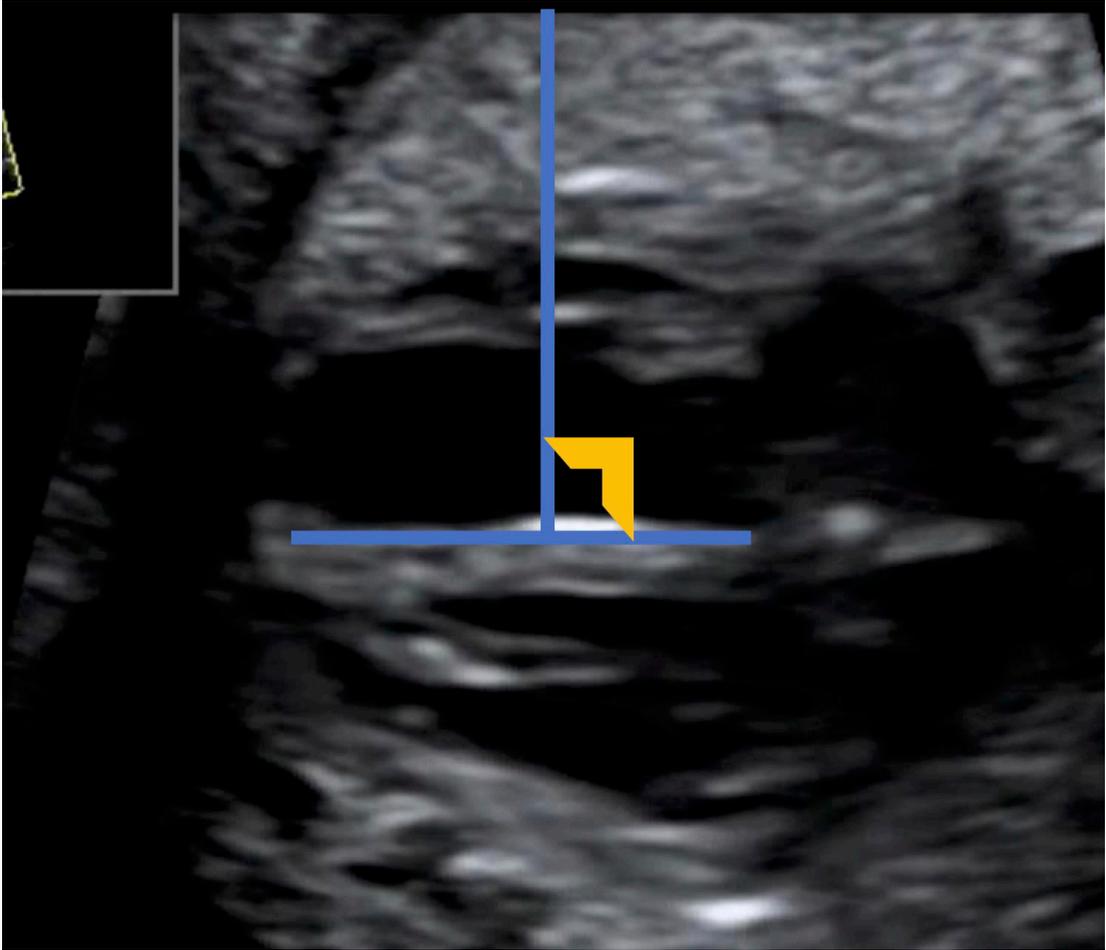
### เทคนิคการตรวจหัวใจทารกในครรภ์ด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง

การตรวจหัวใจทารกในครรภ์ (fetal echocardiography) จะทำการตรวจในช่วงอายุครรภ์ 18-22 สัปดาห์ แม้ว่าในบางครั้งโครงสร้างของหัวใจบางอย่างอาจมองเห็นชัดเจนในช่วงก่อนหรือหลังจากอายุครรภ์นี้ก็ตาม มีความผิดปกติของหัวใจบางอย่างอาจตรวจพบได้ตั้งแต่การตรวจวัด nuchal translucency<sup>(22)</sup> ตัวอย่างที่ความผิดปกติได้ตั้งแต่การตรวจในไตรมาสแรก เช่น Ebstein anomaly, hypoplastic left heart syndrome, hypoplastic right heart syndrome, single ventricle เป็นต้น

มุมมองการตรวจหัวใจที่เหมาะสมคือการที่หัวใจของทารกชี้ขึ้นโดยที่มุมของ cardiac apex ทำกับคลื่นเสียงความถี่สูงไม่เกิน 45 องศา ( $\pm 45$ ) ดังรูปที่ 1 แต่ถ้าหากต้องการตรวจผนังของหัวใจห้องบน ผนังของหัวใจห้องล่างและความหนาหัวของห้องหัวใจ (atrial septum, ventricular septum and wall thickness) คลื่นเสียงความถี่สูงทำมุมตั้งฉากกับผนังกันห้องหัวใจดังรูปที่ 2



รูปที่ 1. แสดงมุมมองการตรวจหัวใจทารกที่เหมาะสม (มุมของยอดของหัวใจทารกทำมุมกับหัวตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงไม่เกิน 45 องศา)



รูปที่ 2. แสดงมุมมองการตรวจหัวใจทารกที่เหมาะสมสำหรับการตรวจดูผนังกันห้องหัวใจและความหนาของห้องหัวใจ

ข้อจำกัดของการตรวจ fetal echocardiography มีด้วยกันหลายปัจจัยเช่น หญิงตั้งครรภ์มีผนังหน้าท้องหนา บริเวณหน้าท้องมีแผลเป็นจากการผ่าตัด ทารกและอายุครรภ์ที่มากเป็นต้นปัจจัยเหล่านี้มีผลทำให้การส่งคลื่นเสียงความถี่สูงไปยังหัวใจของทารกในครรภ์ได้ไม่ดีและอาจมีเงาของกระดูกสันหลังของทารกหรือเงาของแผลเป็นบริเวณหน้าท้องมาบดบังทำให้การตรวจ fetal echocardiography ทำได้ยากขึ้น

วิธีการแก้ไขข้อจำกัดที่กล่าวมาข้างต้นทำได้โดยการเพิ่มแรงกดหัวตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงกับผนังหน้าท้องหญิงตั้งครรภ์ การเปลี่ยนท่าทางของหญิงตั้งครรภ์เช่นการเปลี่ยนท่าเป็นนอนตะแคง เทคนิคเหล่านี้เป็นตัวช่วยที่จะทำให้สามารถส่งคลื่นเสียงความถี่สูงไปยังหัวใจของทารกได้ดีขึ้นภาพที่ได้จึงมีความชัดเจนขึ้นนอกจากนั้นการปรับ system setting ต่าง ๆ ก็มีส่วนช่วยทำให้ภาพ fetal echocardiography มีความชัดขึ้นเช่น การปรับภาพให้แคบลง (a narrow field of view) การปรับความลึก (the depth) การปรับโพกัสเป็นต้น หากแก้ไขด้วยเทคนิคต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้วยังไม่สามารถมองเห็นหัวใจทารกได้ชัดเจนแนะนำให้ดัดหญิงตั้งครรภ์มาตรวจอีกครั้ง

## แนวทางการตรวจหัวใจทารกในครรภ์ด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง

การตรวจ fetal echocardiography เป็นการตรวจโครงสร้างและการทำงานของหัวใจทารก โดยเทคนิคที่เป็นที่นิยมใช้กันคือการตรวจแบบ a sequential segmental analysis โดยจะทำการตรวจ 4 ตำแหน่งด้วยกันคือ the situs, atria, ventricles และ great arteries and their connections<sup>(23-25)</sup> โดยก่อนทำการตรวจต้องระบุซ้ายขวาของทารกก่อน หลังจากนั้นจึงเริ่มทำการตรวจโครงสร้างหัวใจของทารกเป็นส่วน ๆ และความสัมพันธ์ระหว่างห้องต่าง ๆ ของหัวใจ ส่วนประกอบของโครงสร้างหัวใจของทารกที่ควรดูดังแสดงในตารางที่ 4<sup>(13)</sup>

### ตารางที่ 4. แสดงส่วนประกอบของการตรวจหัวใจของทารกในครรภ์<sup>(13)</sup>

<b>Visceral/abdominal situs:</b>
Position of the stomach, portal vein, descending aorta, and inferior vena cava in the axial view of the abdomen
Cardiac apex position and cardiac axis in the axial view of the chest
<b>Atria:</b>
Situs
Systemic and pulmonary venous connections
Systemic venous anatomy, including normal/ abnormal variations (eg, ductus venosus)
Pulmonary venous anatomy, noting normal connection of at least one right and one left pulmonary vein
Atrial anatomy (including the septum, foramen ovale, and septum primum)
<b>Ventricles:</b>
Position
Atrioventricular connections (including offsetting of the mitral and tricuspid valves)
Right and left ventricular anatomy (including the septum)
Relative and absolute sizes
Systolic function
Pericardium
<b>Great arteries (aorta, main and branch pulmonary arteries, and ductus arteriosus):</b>
Ventricular connections
Vessel size, patency, and flow (both velocity and direction)
Relative and absolute sizes of the aortic isthmus and ductus arteriosus
Pulmonary artery bifurcation
Position of the transverse aortic arch and ductus arteriosus relative to the trachea

The following connections should be also evaluated as part of a segmental analysis:

Atrioventricular junction: anatomy, size, and function (stenosis or regurgitation) of atrioventricular (eg, mitral and tricuspid or common atrioventricular) valves

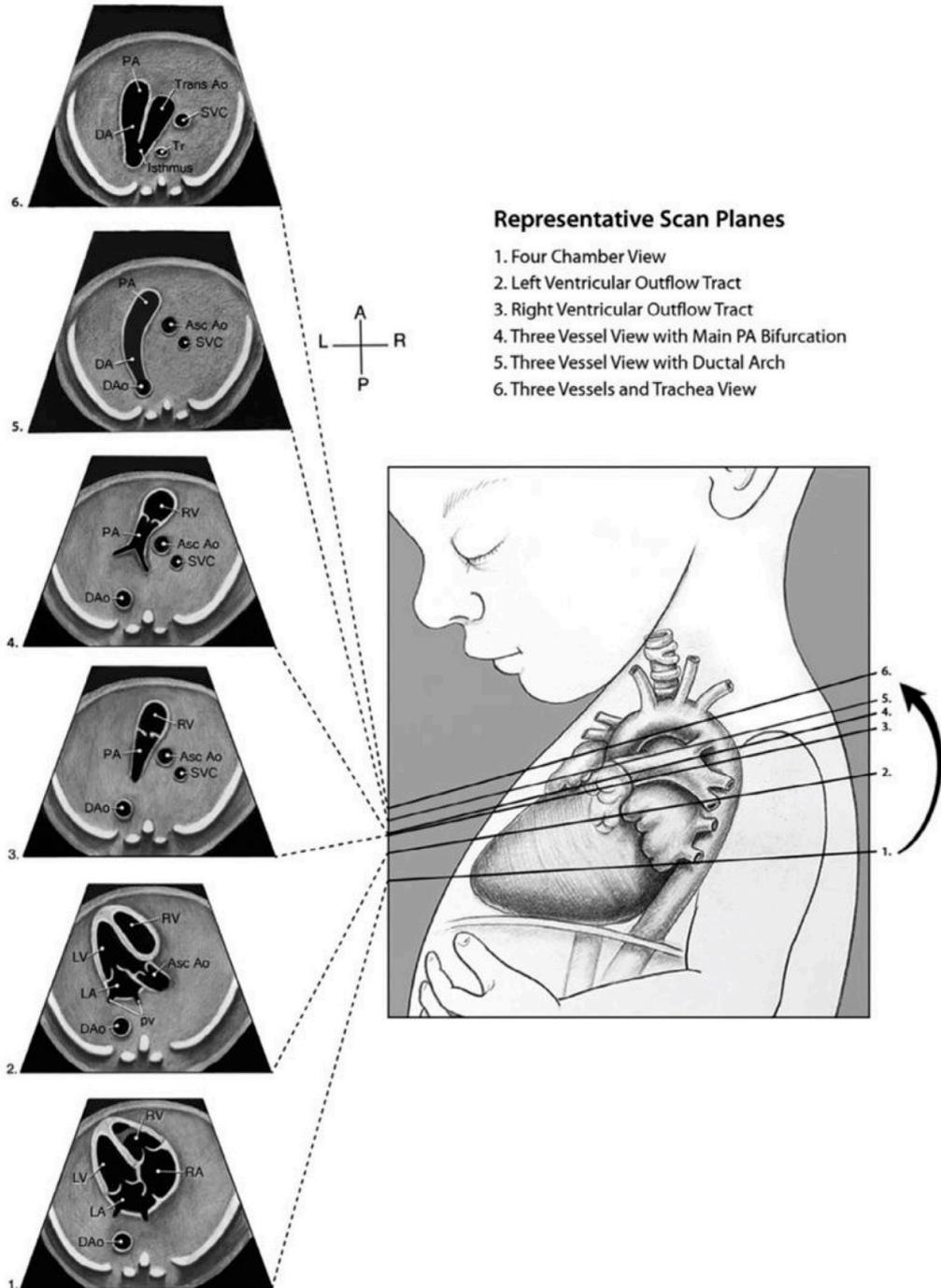
Ventriculoarterial junction: anatomy, size, and function (stenosis or regurgitation) of semilunar (eg, aortic and pulmonary or truncal) valves, including assessments of both the subpulmonary and subaortic regions

### Grayscale imaging

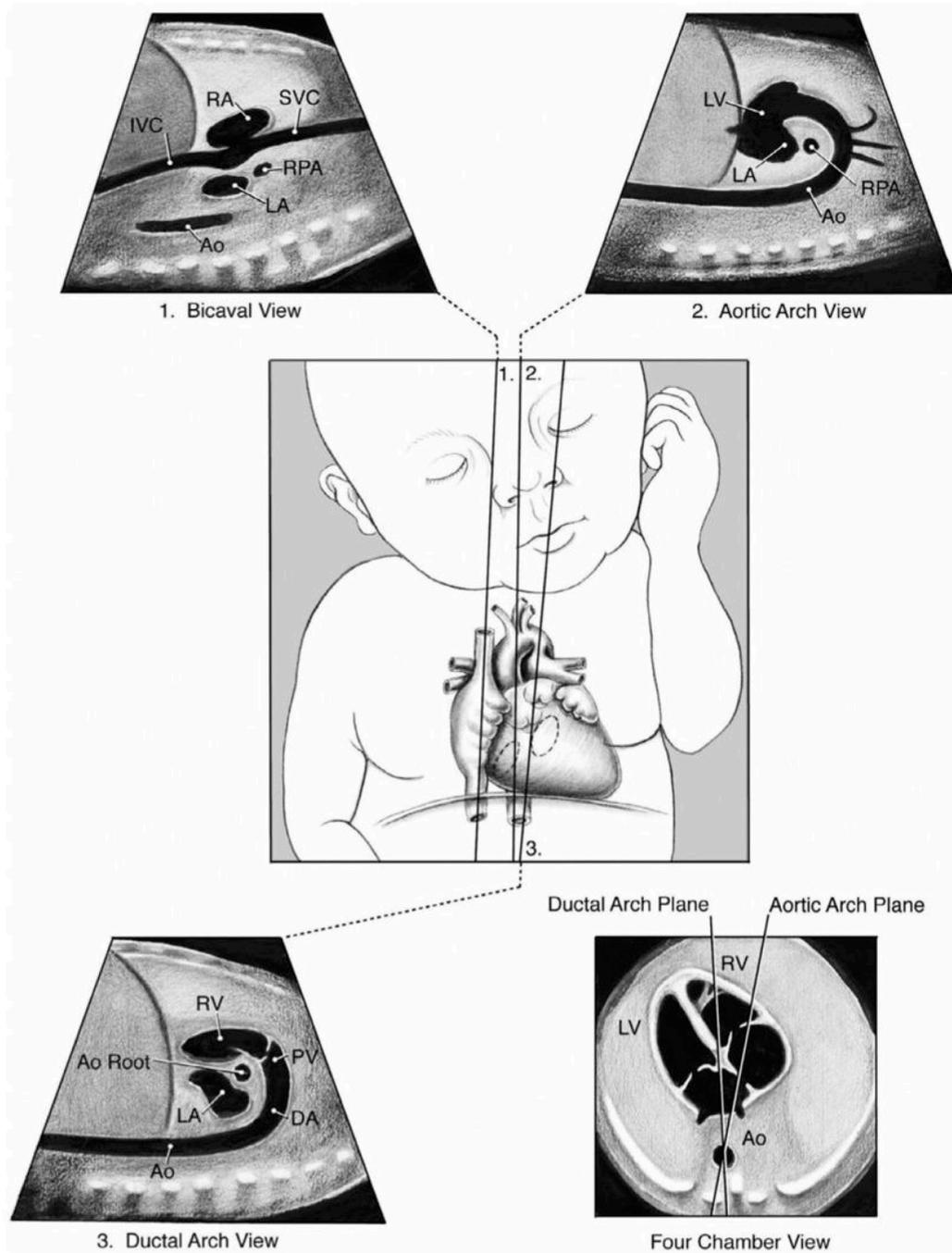
มุมมองหรือวิวที่สำคัญที่ใช้เพื่อการตรวจเพื่อให้ได้ข้อมูลต่างที่ต้องการดังแสดงในตารางที่ 4<sup>(13)</sup> มีดังต่อไปนี้คือ four-chamber view, including pulmonary veins, left ventricular outflow tract, right ventricular outflow tract, Branch pulmonary artery bifurcation, three-vessel view (including a view with pulmonary artery bifurcation and a more superior view with the ductal arch), short-axis views (low for ventricles and high for outflow tracts), long-axis view (if clinically relevant), aortic arch, ductal arch และ superior and inferior vena cava ดังแสดงในตารางที่ 5<sup>(13)</sup> และรูปที่ 3-5<sup>(13)</sup>

### ตารางที่ 5. แสดงวิวการตรวจหัวใจของทารกในครรภ์<sup>(13)</sup>

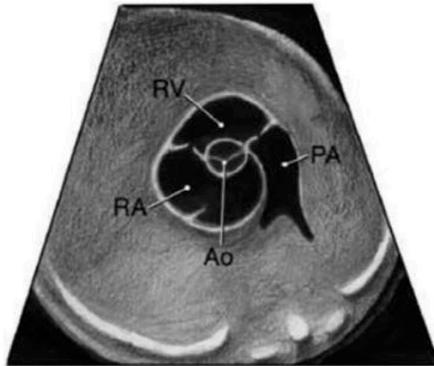
Four-chamber view, including pulmonary veins
Left ventricular outflow tract
Right ventricular outflow tract
Branch pulmonary artery bifurcation
Three-vessel view (including a view with pulmonary artery bifurcation and a more superior view with the ductal arch)
Short-axis views (low for ventricles and high for outflow tracts)
Long-axis view (if clinically relevant)
Aortic arch
Ductal arch
Superior and inferior venae cavae



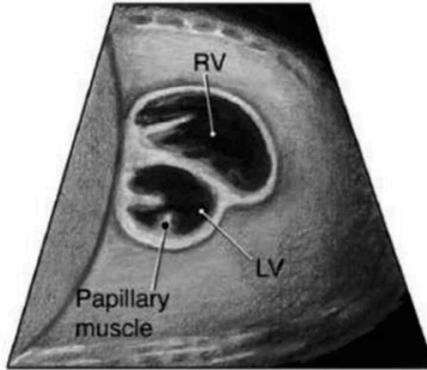
รูปที่ 3. แสดงวิวต่างของการตรวจ fetal echocardiography 1. four chamber view, 2. left ventricular outflow tract view, 3. right ventricular outflow tract view, 4. three vessel view with main PA bifurcation, 5. three vessel view with ductal arch, 6. three vessels and trachea view<sup>(13)</sup>  
 Asc Ao: ascending aorta, D Ao: descending aorta, LA: left atrium, LV: left ventricle, PA: pulmonary artery, RA: right atrium, RV: right ventricle, Tr: trachea



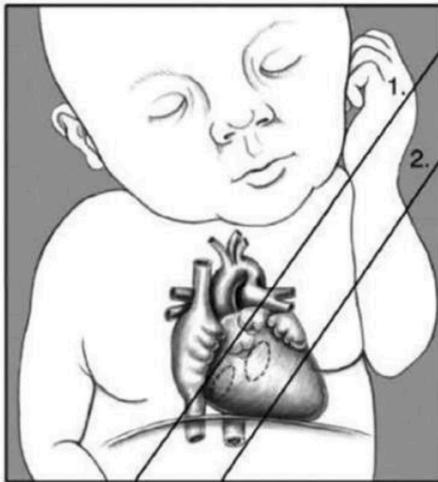
รูปที่ 4. แสดงภาพตัดขวาง (sagittal view) ของ 1. the superior and inferior venae cavae, 2. aortic arch, 3. ductal arch มุมระหว่าง ductal arch และ thoracic aorta อยู่ที่ประมาณ 10-19 องศา<sup>(13)</sup>  
 Ao: descending aorta, Ao Root: aortic root, DA: ductus arteriosus, IVC: inferior vena cava, LA: left atrium, LV: left ventricle, PV: pulmonary valve, RA: right atrium, RPA: right pulmonary artery, RV: right ventricle, SVC: superior vena cava



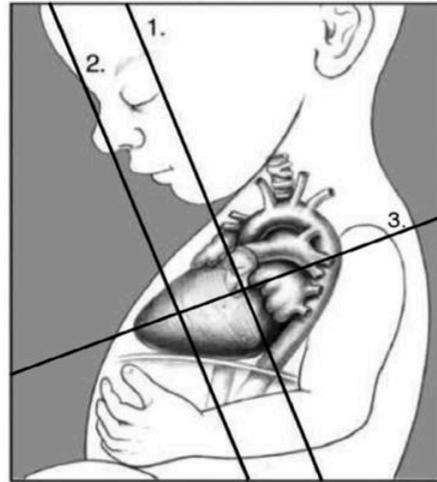
1. High Short Axis View - Great Arteries



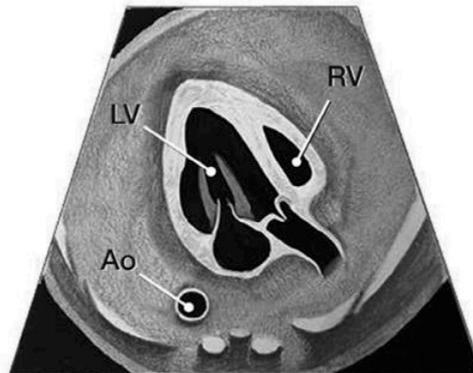
2. Low Short Axis View - Ventricles



Fetal Heart - Coronal View



Fetal Heart - Sagittal View

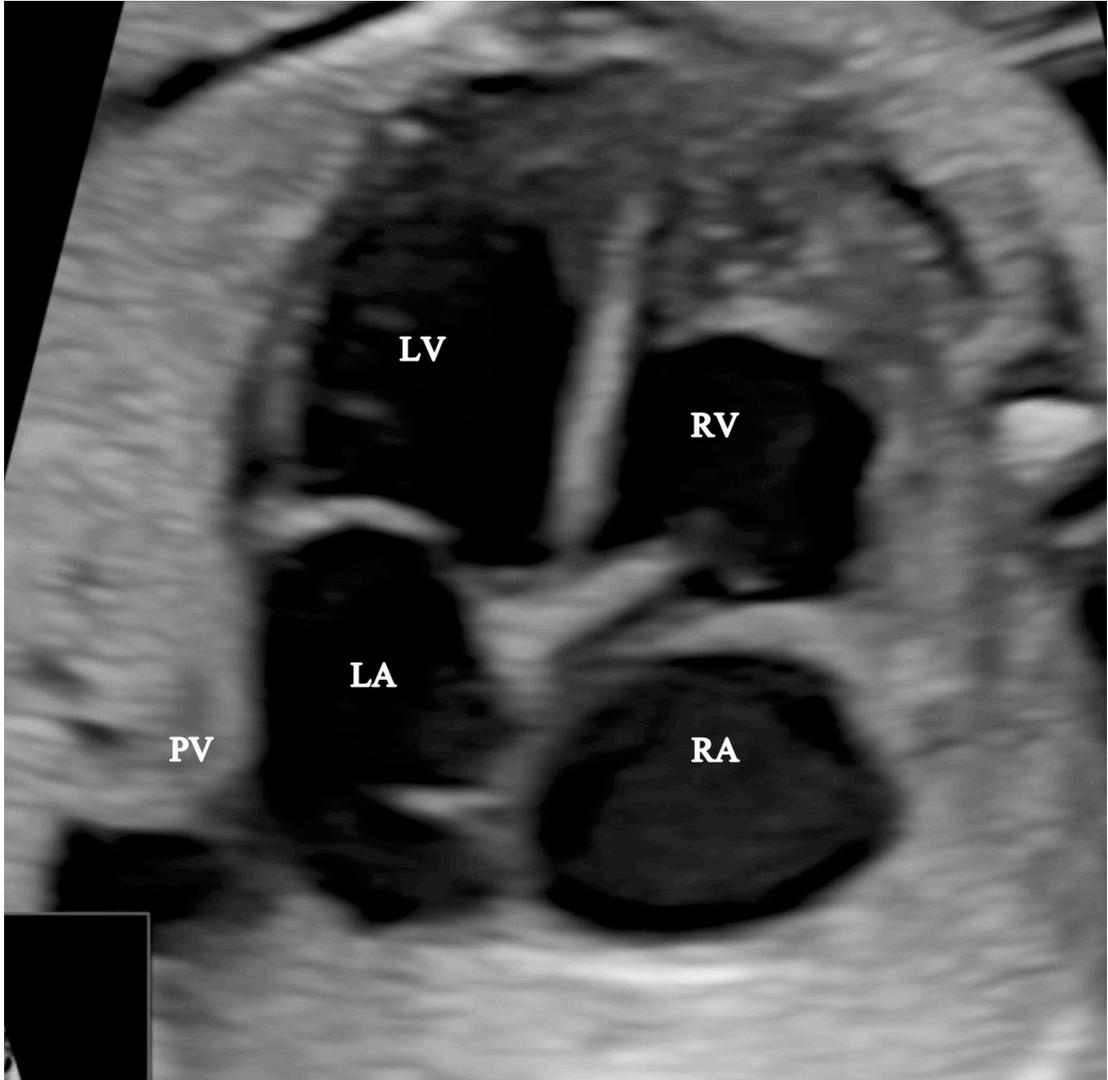


3. Long Axis View

รูปที่ 5. แสดง 1. high short-axis view, 2. low short-axis view, 3. long-axis view<sup>(13)</sup>

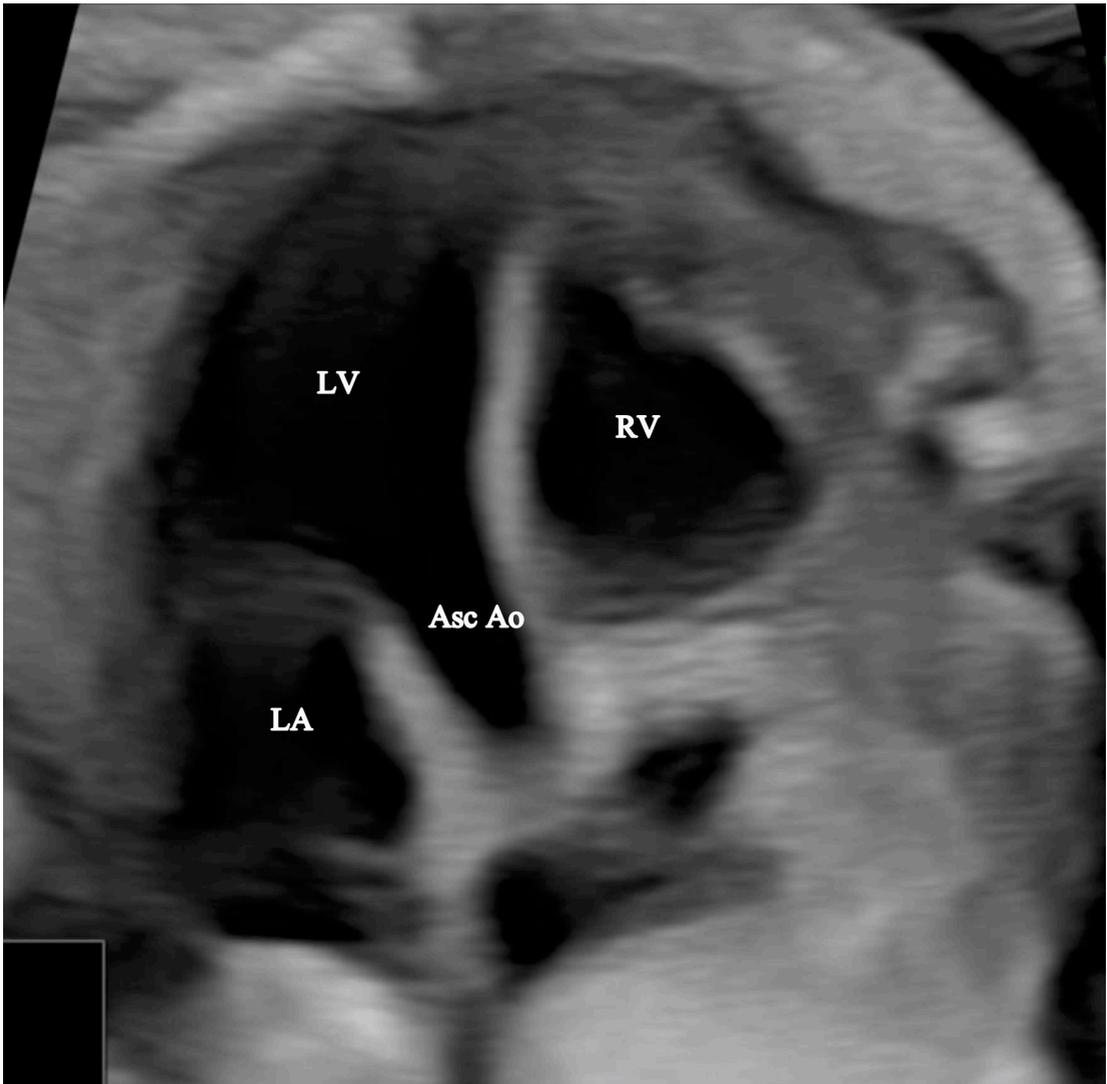
Ao: aortic valve, LV: left ventricle, PA: pulmonary artery, RA: right atrium, RV: right ventricle

จากรูปที่ 3-5 เป็นรูปวาดที่แสดงวิวที่สำคัญต่างๆของการตรวจ fetal echocardiography เพื่อให้ได้ข้อมูลดังที่แสดงในตารางที่ 4 แต่รูปที่ 6-9 เป็นแสดงรูปตัวอย่างการตรวจ fetal echocardiography ด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง

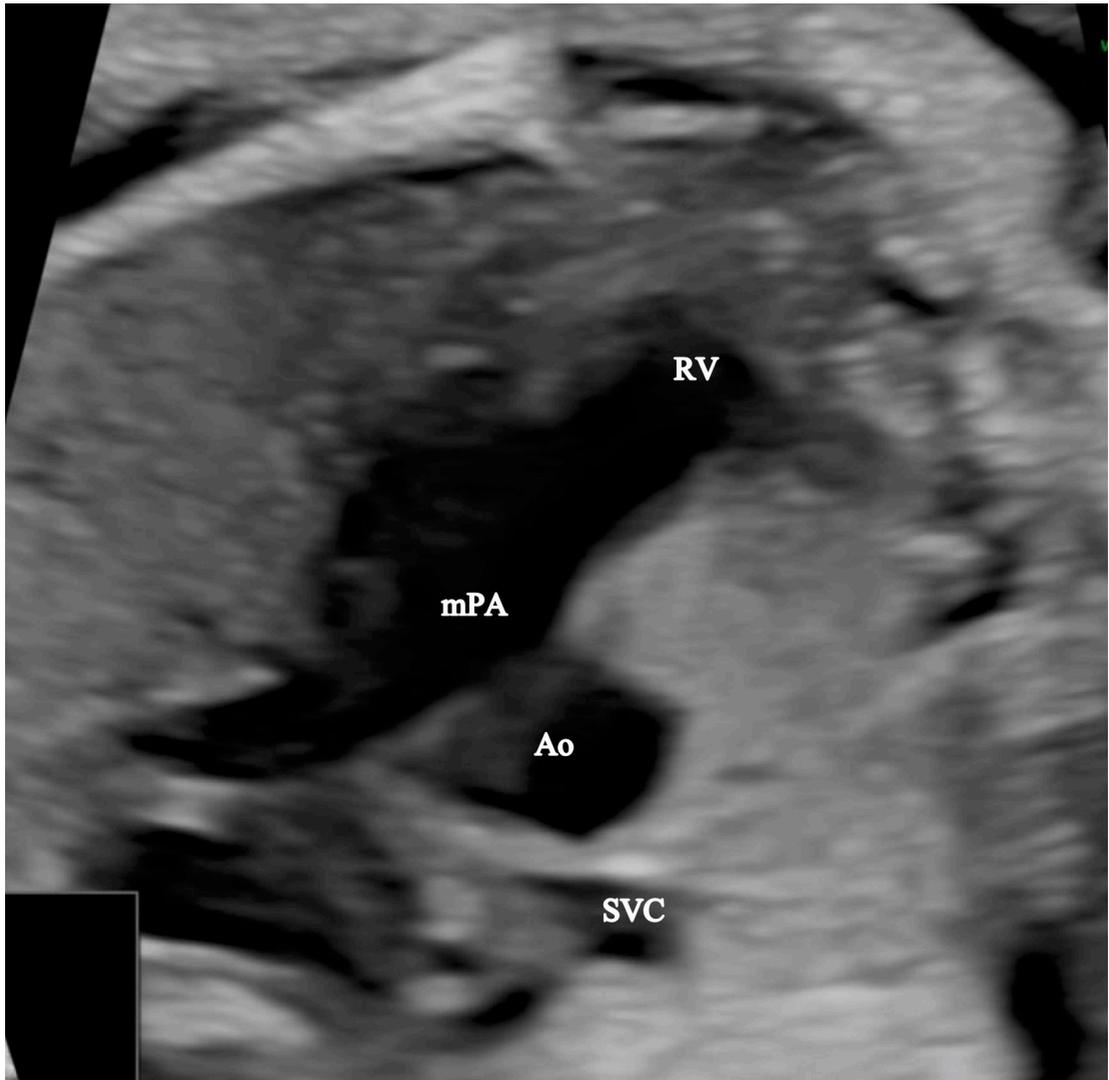


รูปที่ 6. แสดง four chamber view จากการตรวจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง

RA: right atrium, RV: right ventricle, LA: left atrium, LV: left ventricle, PV: pulmonary vein



รูปที่ 7. แสดง left ventricular outflow tract view จากการตรวจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง  
RV: right ventricle, LA: left atrium, LV: left ventricle, Asc Ao: ascending aorta



รูปที่ 8. แสดง right ventricular outflow tract view จากการตรวจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง  
RV: right ventricle, mPA: main pulmonary artery, Ao: aorta, SVC: superior vena cava



รูปที่ 9. แสดง three vessel view จากการตรวจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง

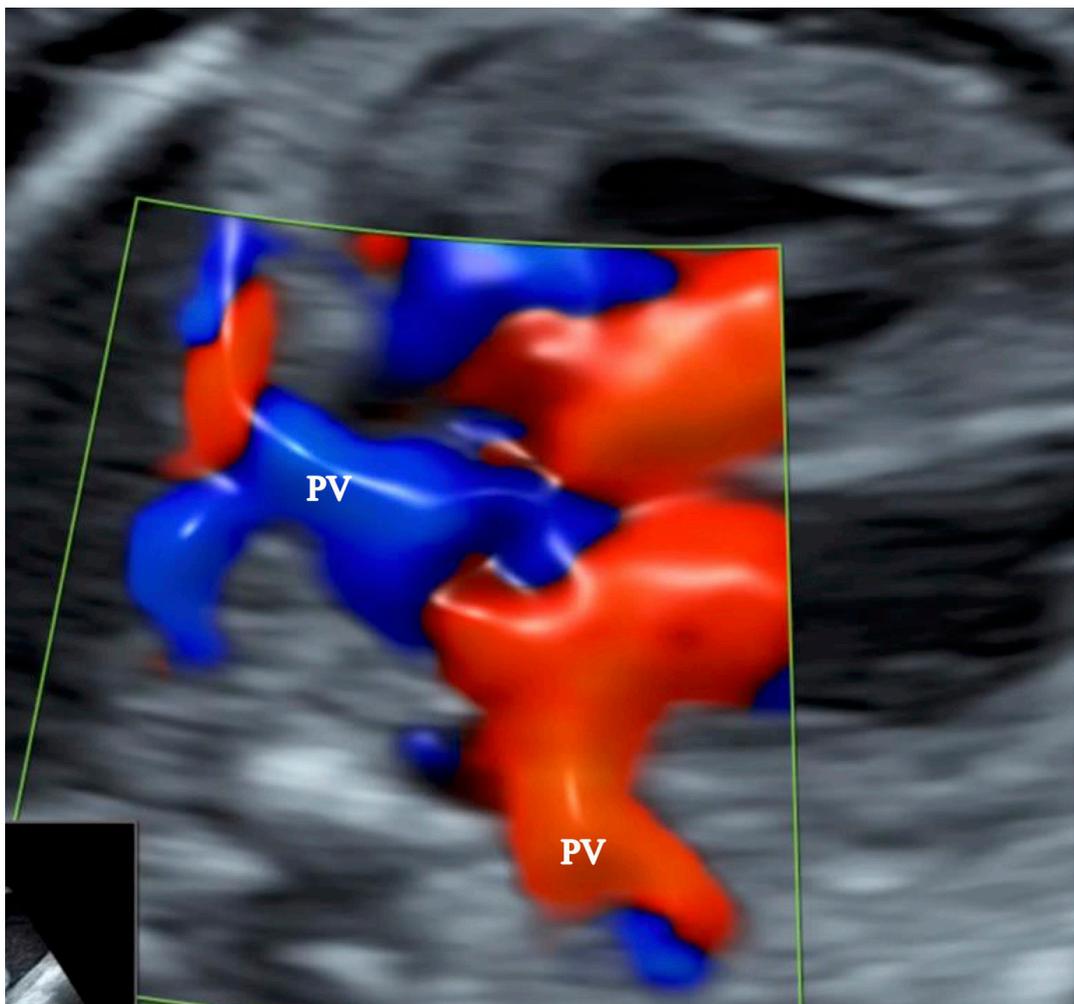
PA: pulmonary artery, Ao: aorta, SVC: superior vena cava, Tr: trachea

#### การใช้คลื่นเสียงความถี่สูง color doppler ในการตรวจ fetal echocardiography

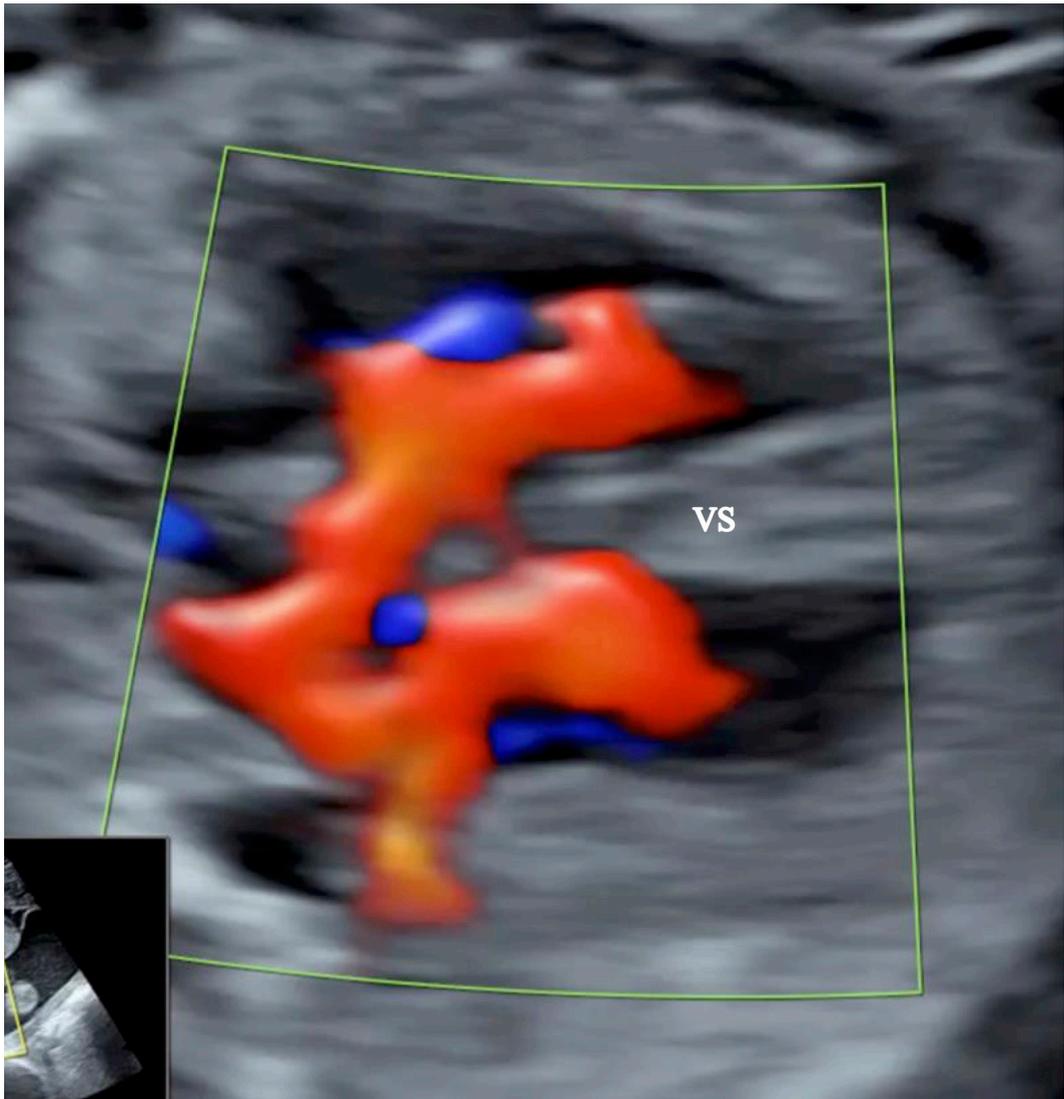
การใช้คลื่นเสียงความถี่สูง color doppler ในการตรวจ fetal echocardiography นั้นจะใช้ในการตรวจการไหลเวียนของเลือดในเส้นเลือดและอวัยวะต่าง ๆ<sup>(30-32)</sup> ดังแสดงในตารางที่ 6<sup>(13)</sup> และรูปที่ 10-14

ตารางที่ 6. แสดงเส้นเลือดและอวัยวะที่ต้องใช้การตรวจคลื่นเสียงความถี่สูง color doppler<sup>(13)</sup>

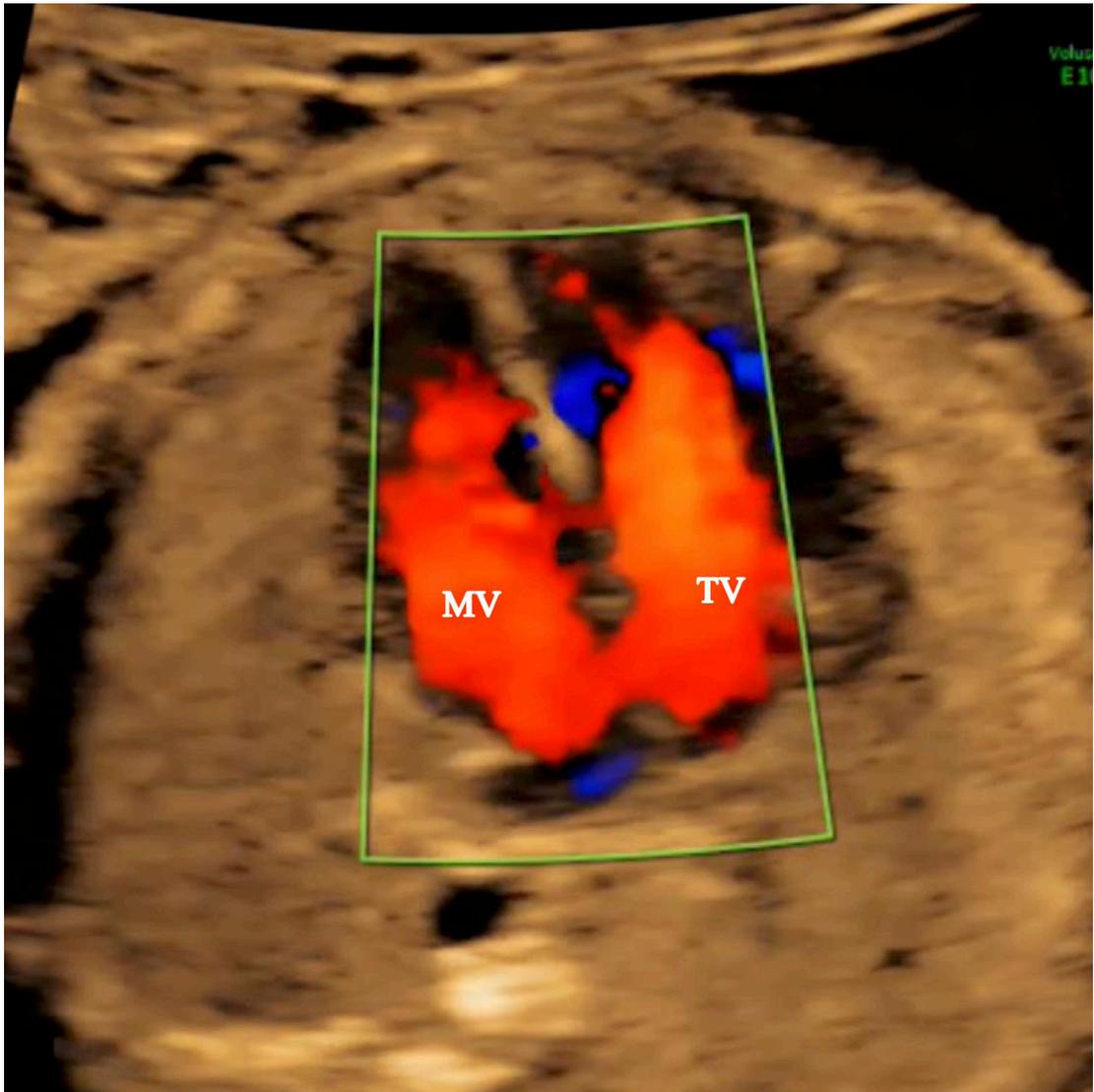
Systemic veins (including superior and inferior venae cavae and ductus venosus)
Pulmonary veins (at least two: one right vein and one left vein)
Atrial septum and foramen ovale
Atrioventricular valves
Ventricular septum
Semilunar valves
Ductal arch
Aortic arch



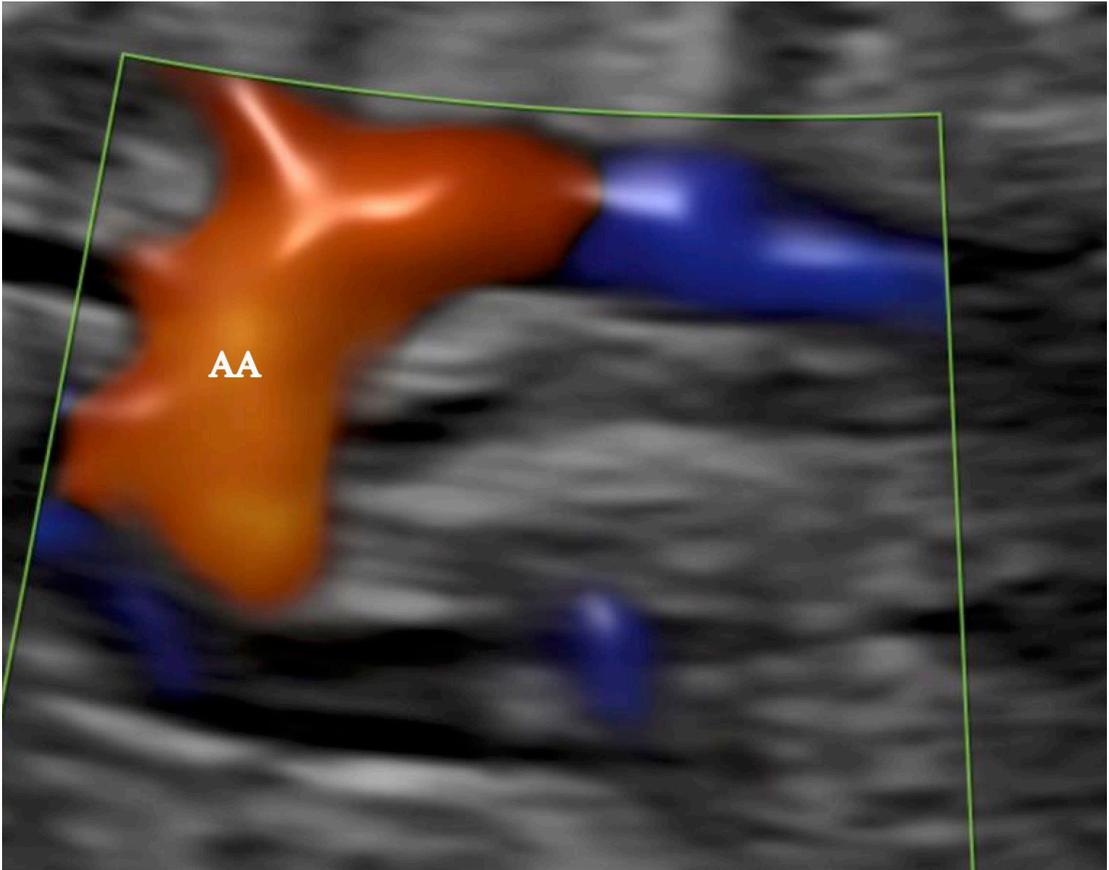
รูปที่ 10. แสดงการใช้คลื่นเสียงความถี่สูง color doppler ในการตรวจ pulmonary veins (PV)



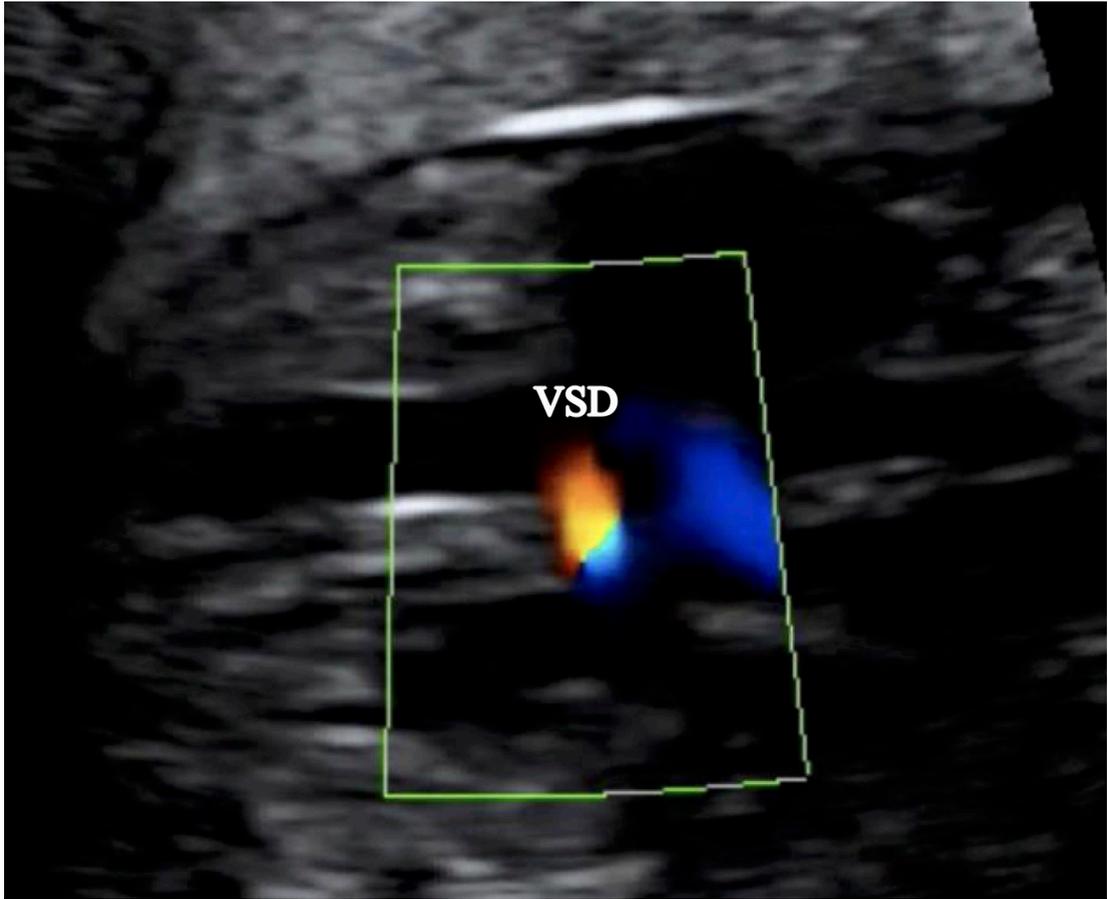
รูปที่ 11. แสดงการใช้คลื่นเสียงความถี่สูง color doppler ในการตรวจ ventricular septum (VS)



รูปที่ 12. แสดงการใช้คลื่นเสียงความถี่สูง color doppler ในการตรวจ atrioventricular valve  
TV: tricuspid valve, MV: mitral valve



รูปที่ 13. แสดงการใช้คลื่นเสียงความถี่สูง color doppler ในการตรวจ aortic arch (AA)



รูปที่ 14. แสดงการใช้คลื่นเสียงความถี่สูง color doppler ในการตรวจพบความผิดปกติของผนังกันห้องหัวใจห้องล่างซ้าย

VSD: ventricular septal defect

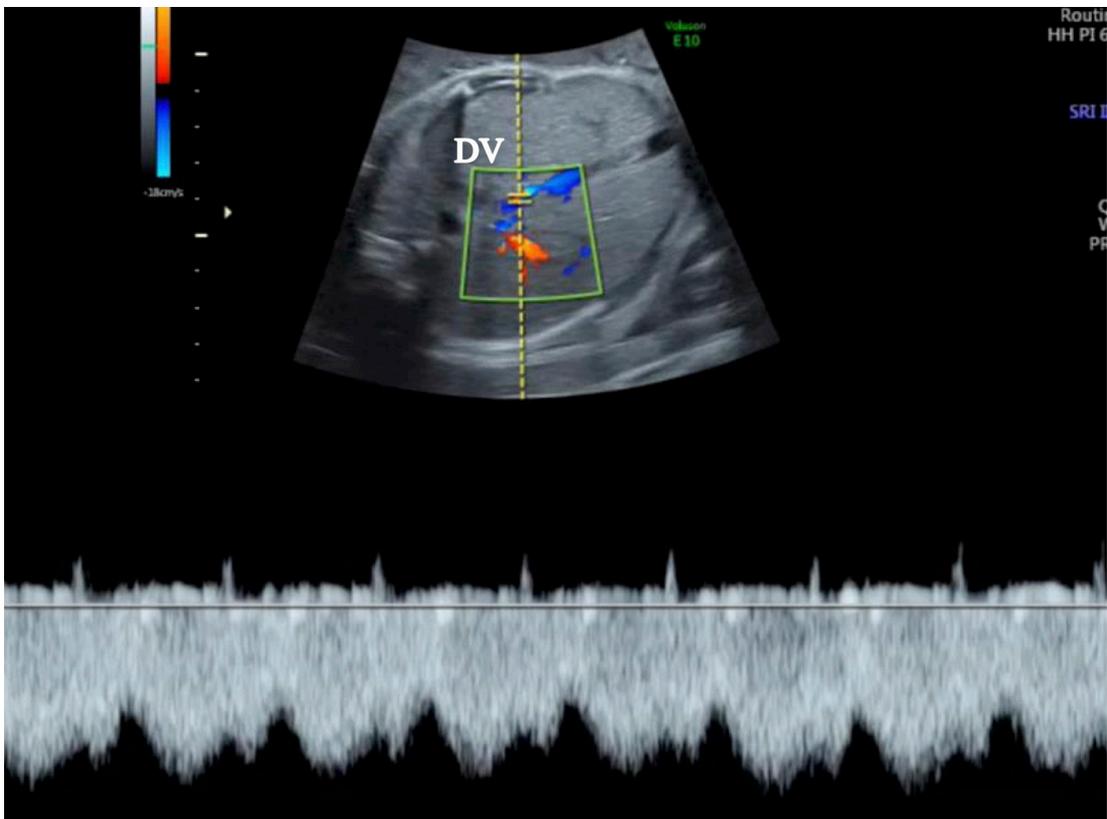
#### การใช้คลื่นเสียงความถี่สูง pulsed doppler ในการตรวจ fetal echocardiography

การตรวจ fetal echocardiography โดยใช้คลื่นเสียงความถี่สูง pulsed doppler จะช่วยในสามารถตรวจความเร็วของเลือดที่ไหลผ่านหลอดเลือดหรืออวัยวะที่ต้องการตรวจได้ดังแสดงในตารางที่ 7<sup>(13)</sup> และรูปที่ 15 นอกจากนี้ยังสามารถใช้บอกความรุนแรงของความผิดปกติของลิ้นหัวใจรั่วได้

คลื่นเสียงความถี่สูง pulsed doppler ยังสามารถใช้ตรวจหลอดเลือดบางเส้นที่มีผลกับการวางแผนการดูแลรักษาทารกในครรภ์เช่น การใช้ pulsed doppler เพื่อตรวจหาว่าหลอดเลือด ductus arteriosus ตีบหลังจากที่ให้ indomethacin เพื่อยับยั้งการเจ็บครรภ์คลอด

### ตารางที่ 7. แสดงเส้นเลือดและอวัยวะที่ต้องใช้การตรวจคลื่นเสียงความถี่สูง pulsed doppler<sup>(13)</sup>

Right and left atrioventricular valve
Right and left semilunar valve
Pulmonary vein (at least two: one right vein and one left vein)
Ductus venosus
Suspected structural or flow abnormality on color doppler imaging



รูปที่ 15. แสดงการใช้คลื่นเสียงความถี่สูง pulsed doppler ในการตรวจหลอดเลือด ductus venosus (DV)

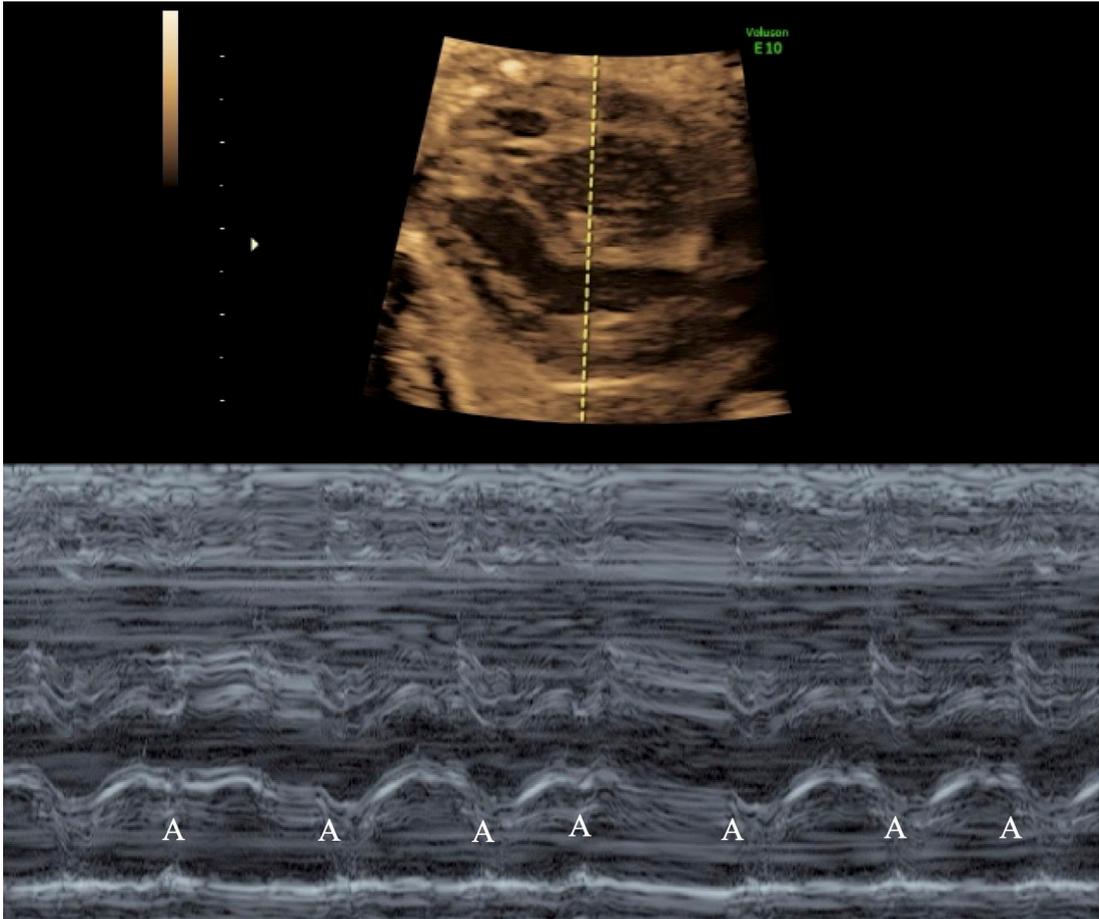
### การวัดอัตราและจังหวะการเต้นของหัวใจ (heart and rhythm assessment)

การวัดอัตราและจังหวะการเต้นของหัวใจทารกในครรภ์นั้นสามารถทำได้โดยใช้ 2 เทคนิค คือ การใช้ doppler หรือ การใช้ M-mode ดังรูปที่ 16 และ 17 โดยค่าของอัตราการเต้นของหัวใจทารกปกติในช่วงไตรมาสที่สอง คือ 120-180 ครั้งต่อนาที หากหัวใจทารกเต้นช้ากว่า 120 ครั้งต่อนาทีเรียกว่า fetal bradycardia โดยสาเหตุของการเกิดภาวะนี้ดังแสดงในตารางที่ 8 เช่น ทารกขาดออกซิเจน หญิงตั้งครรภ์รับประทาน

ยาในกลุ่ม beta-blocker แต่หากว่าหัวใจของทารกเต้นเร็วกว่า 180 ครั้งต่อนาทีเรียกว่า fetal tachycardia สาเหตุของการเกิดดังแสดงในตารางที่ 9 เช่นหญิงตั้งครรภ์มีไข้ มีการติดเชื้อในถุงการตั้งครรภ์ เป็นต้น หากมีการตรวจพบว่าหัวใจทารกเต้นผิดปกติควรตรวจจังหวะการเต้นของหัวใจห้องบนและล่างอย่างละเอียด ดังรูปที่ 18



รูปที่ 16. แสดงการใช้คลื่นเสียงความถี่สูง pulsed doppler ในการตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจ



รูปที่ 17. แสดงการใช้คลื่นเสียงความถี่สูง M-mode ในการตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจ  
A: atrial contraction

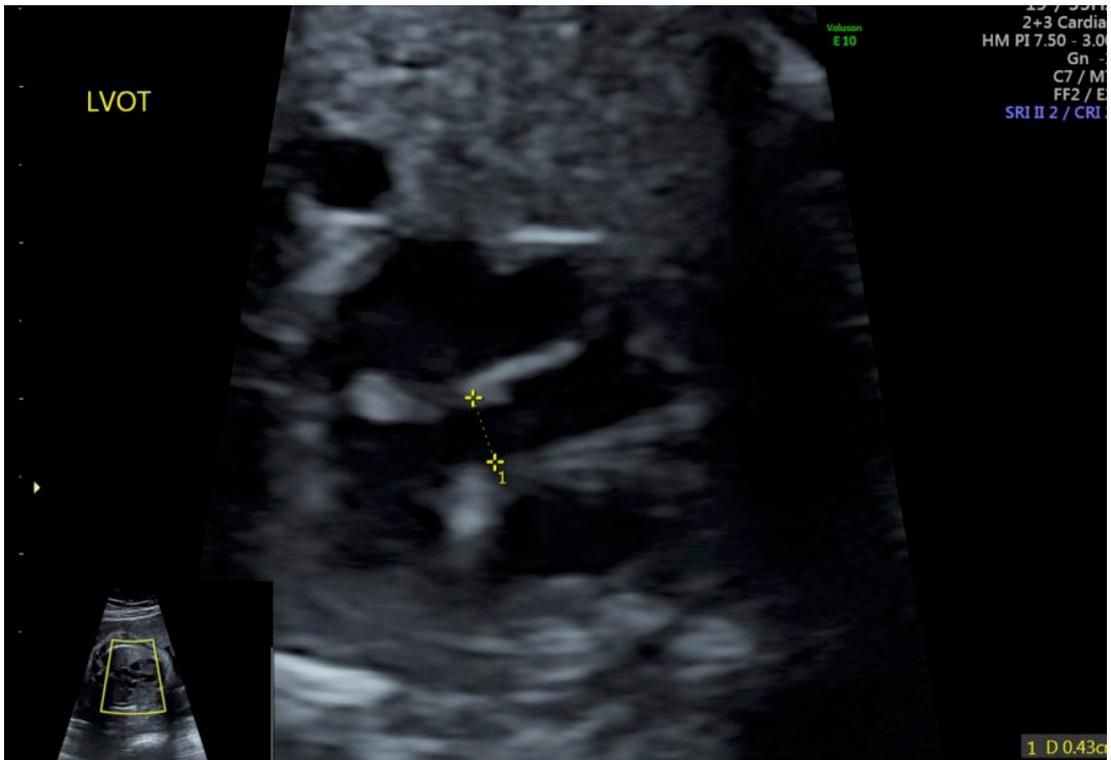
ตารางที่ 8. แสดงสาเหตุของการภาวะหัวใจทารกเต้นช้า (fetal bradycardia)

สาเหตุจากมารดา	สาเหตุจากทารก
ความดันโลหิตต่ำ	ขาดออกซิเจน
นอนหงาย (supine position)	สายสะดือถูกกด
มีระดับน้ำตาลต่ำเป็นเวลานาน	ความผิดปกติของการนำไฟฟ้าในหัวใจ
เป็นโรค systemic lupus erythematosus	ความพิการของหัวใจแต่กำเนิด
รับประทานยากกลุ่ม beta blocker	ทารกมีอุณหภูมิต่ำ (fetal hypothermia)
การได้ทำ epidural, spinal anesthesia	

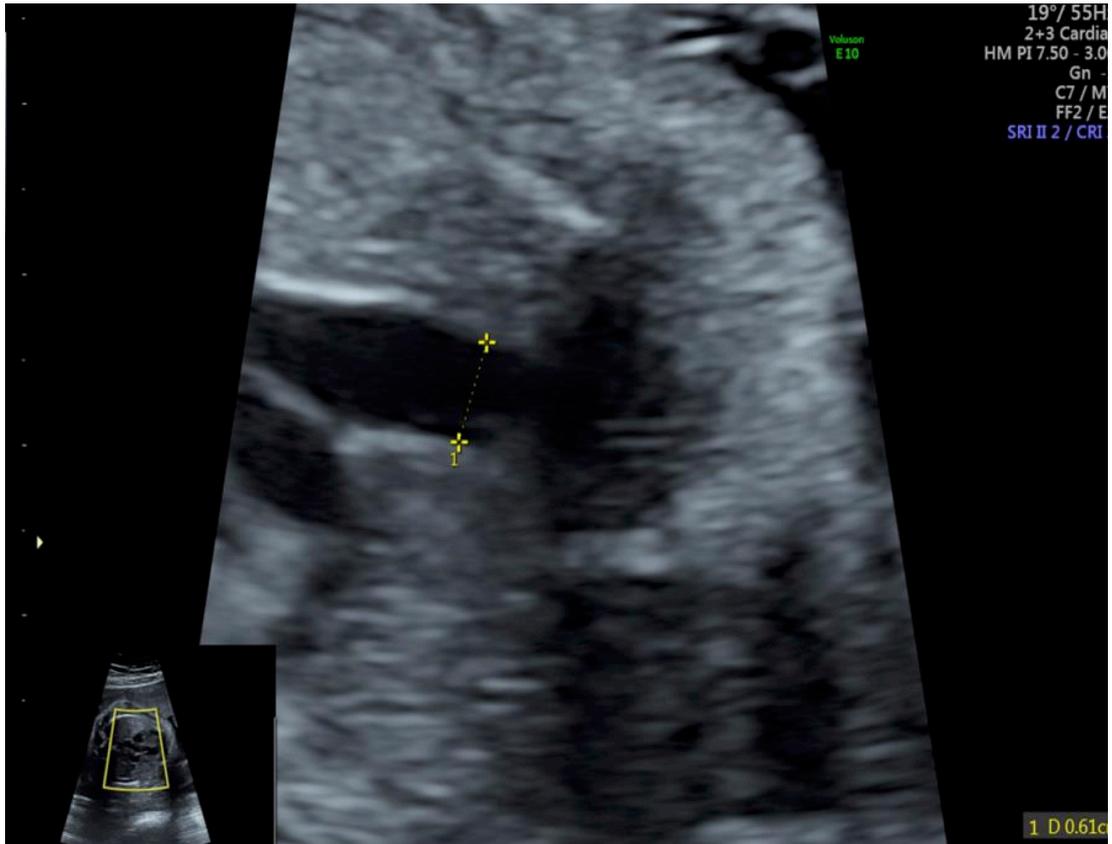


## การวัด cardiac biometry

ค่าปกติของขนาดของโครงสร้างหัวใจทารกได้มีการทำการศึกษาออกมาในรูปแบบ percentile และค่า z score โดยค่าปกติของโครงสร้างหัวใจทารกจะขึ้นอยู่กับอายุครรภ์<sup>(33-38)</sup> เวลาทำการวัดขนาดแนะนำให้วัดโดยใช้โหมด 2 มิติ (2-dimensional (2D) image) โครงสร้างที่ควรวัด คือ aortic valve, pulmonary valve, tricuspid valve, mitral valve ดังรูปที่ 19 และ 20 ส่วนโครงสร้างของหัวใจอื่น ๆ ดังตารางที่ 10<sup>(13)</sup> แนะนำให้วัดหากตรวจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงแล้วพบว่าทารกมีโครงสร้างของหัวใจหรือการทำงานของหัวใจผิดปกติ



รูปที่ 19. แสดงการใช้คลื่นเสียงความถี่สูงวัดขนาดของ aortic valve



รูปที่ 20. แสดงการใช้คลื่นเสียงความถี่สูงวัดขนาดของ pulmonary valve

ตารางที่ 10. แสดงโครงสร้างอื่น ๆ ของหัวใจทารกที่แนะนำให้วัดหากตรวจพบว่าทารกมีความผิดปกติของโครงสร้างหรือการทำงานของหัวใจ<sup>(13)</sup>

Additional fetal cardiac biometry
Right and left ventricular lengths
Aortic arch and isthmus diameter measurements from the sagittal arch view or 3-vessel and trachea view with comparison of the aortic isthmus to ductus arteriosus
Main pulmonary artery and ductus arteriosus measurement
End-diastolic ventricular diameter just inferior to the atrioventricular valve leaflet in the short- or long-axis view
Thickness of the ventricular free wall and inter-ventricular septum in diastole just inferior to the atrioventricular valve

Cardiothoracic ratio
<b>Additional measurements if clinically relevant, including:</b>
Systolic ventricular dimensions (short or long axis views)
Transverse atrial dimensions
Branch pulmonary artery diameters

## การตรวจการทำงานของหัวใจทารก (cardiac function assessment)

การทำงานของหัวใจทารกสามารถตรวจได้ 2 แบบ คือ

1. Qualitative assessment เป็นการตรวจดูการทำงานของห้องหัวใจด้วยตาเปล่าโดยสังเกตจากลักษณะการบีบตัวหากตรวจพบว่าทารกมีภาวะ cardiomegaly, atrioventricular valve regurgitation และ hydrops fetalis ภาวะดังกล่าวบ่งว่าการทำงานของหัวใจทารกผิดปกติจำเป็นต้องมีการตรวจแบบ quantitative assessment ต่อไป

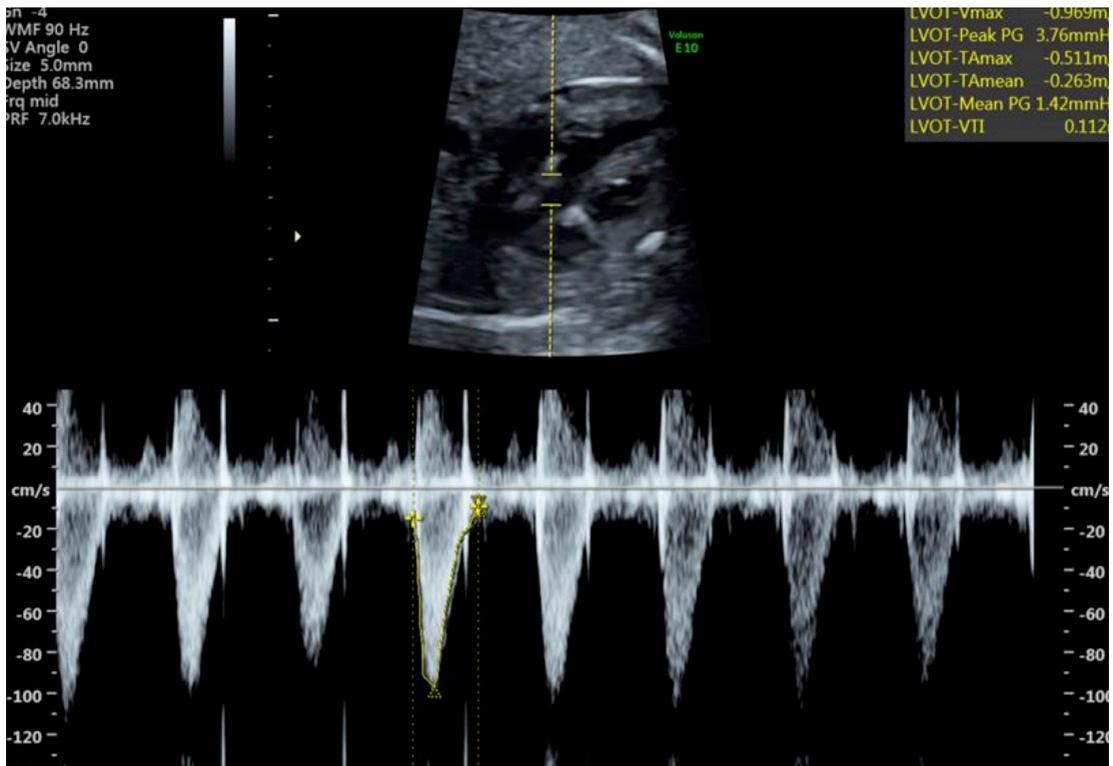
2. Quantitative assessment เป็นการตรวจดูการทำงานของห้องหัวใจโดยใช้เทคนิคการตรวจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงโหมดต่างๆช่วยในการตรวจ การประเมินการทำงานของหัวใจทารกนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 3 อย่างดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 11<sup>(33)</sup> คือ

- 2.1 Systolic function
- 2.2 Diastolic function
- 2.3 Global cardiac function

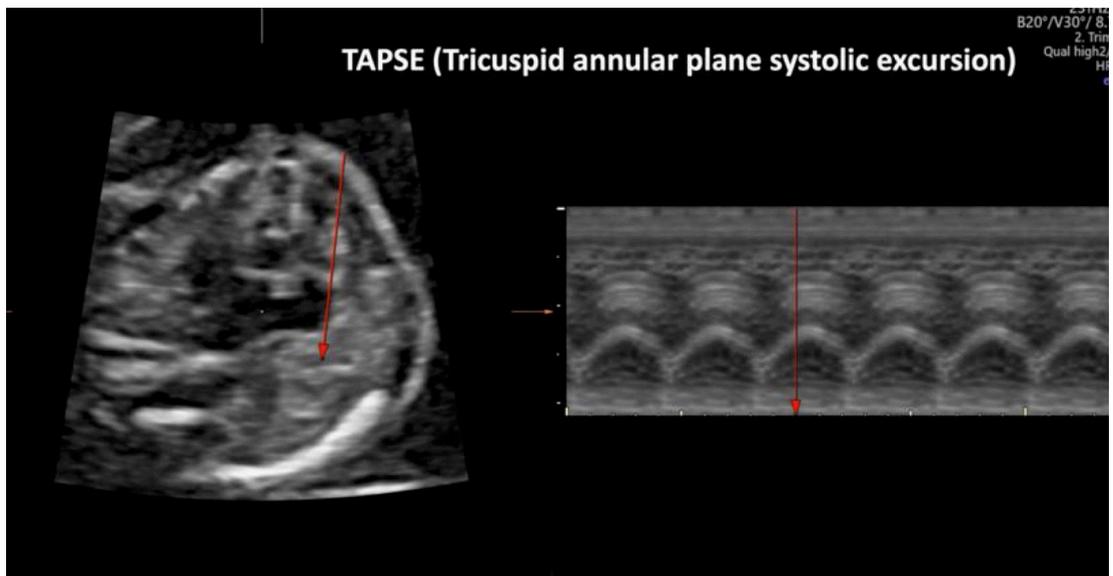
ตารางที่ 11. แสดงเทคนิคการประเมินการทำงานของหัวใจทารก<sup>(33)</sup>

ค่าการตรวจ	ความหมาย	โหมด/เทคนิค
<b>Systolic function</b>		
blood volume estimation		
Ejection fraction	สัดส่วนของเลือดที่ออกมาจากหัวใจห้องล่างในแต่ละครั้งที่หัวใจบีบตัว	2D, M-mode, 2D speckle tracking
Cardiac output (รูปที่ 21)	ปริมาตรของเลือดที่สูบฉีดออกจากหัวใจห้องล่างในแต่ละนาที	2D, conventional doppler, STIC
Myocardial motion		
Annular displacement (รูปที่ 22)	การเปลี่ยนแปลงระยะการเคลื่อนไหวของ atrioventricular valve	M-mode or 2D speckle tracking
Systolic annular peak velocity	ความเร็วของการเคลื่อนไหว atrioventricular valve	Spectral or color TDI
Myocardial deformation		
Strain	ขนาดของการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง	Color TDI or 2D speckle tracking imaging
Strain rate	ความเร็วของการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง	Color TDI or 2D speckle tracking imaging
<b>Diastolic function</b>		
Precordial vein blood flow patterns (DV and others)	ลักษณะการไหลเวียนของเลือดในหลอดเลือดที่เข้าสู่หัวใจ	Conventional doppler
E/A ratio (รูปที่ 23)	อัตราส่วนระหว่าง early (E) and late (A) ventricular filling velocity	Spectral or color TDI
E/E' ratio	อัตราส่วนความเร็วของ Transmitral-to-mitral annular diastolic velocity ratio	Conventional doppler and spectral TDI
IRT	ระยะเวลาระหว่างการปิดของ aortic valve และการเปิดของ mitral valve	Conventional doppler or spectral/color TDI
<b>Global cardiac function</b>		
MPI (myocardial performance index) (รูปที่ 24)	อัตราส่วนของ isovolumetric times (contraction + relaxation) และ ejection time	Conventional doppler or spectral/color TDI

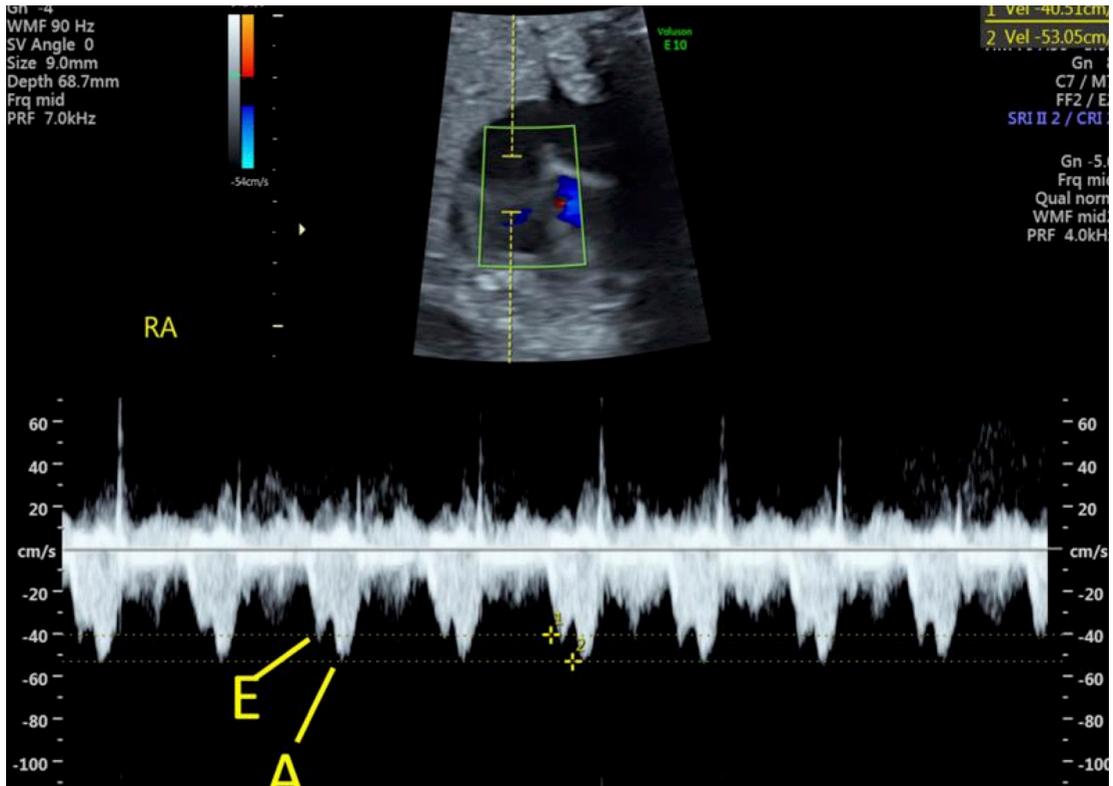
STIC: spatiotemporal image correlation, TDI: tissue doppler imaging



รูปที่ 21. แสดงการตรวจ time velocity integral ของ aortic valve เพื่อใช้คำนวณ cardiac output



รูปที่ 22. แสดงการตรวจ annular displacement หรือ tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE)



รูปที่ 23. แสดงการตรวจ E/A ratio



รูปที่ 24. แสดงการตรวจ myocardial performance index

## เทคนิคการตรวจหัวใจทารกอื่น ๆ (complementary imaging strategy)

การตรวจหัวใจทารกด้วยเทคนิคอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากที่กล่าวมาข้างต้นเช่น 3- และ 4-dimensional ultrasound ในปัจจุบันยังไม่ได้มีการนำมาใช้อย่างแพร่หลายอาจจะต้องมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับประโยชน์ในการตรวจด้วยเทคนิค 3-D และ 4-D นี้

## ข้อมูลจำเพาะของเครื่องตรวจคลื่นเสียงความถี่สูง

เครื่องตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงที่ใช้ตรวจ fetal echocardiography ควรเป็นเครื่องที่สามารถตรวจโดยใช้ M-mode, pulsed doppler และ power/color doppler ได้ ในส่วนของหัวตรวจควรมีทั้งหัวตรวจแบบ curvilinear และ endovaginally transducers

ในส่วนของความถี่ของหัวตรวจที่เลือกใช้ขึ้นอยู่กับความหนาของหน้าท้องของหญิงตั้งครรภ์ อายุครรภ์ โดยทั่วไปแล้วความถี่ของคลื่นเสียงความถี่สูงถ้าตรวจทางหน้าท้องจะอยู่ที่ 1-9 เมกะเฮิรตซ์ หากตรวจทางช่องคลอดจะใช้ความถี่มากกว่าเท่ากับ 5 เมกะเฮิรตซ์

## ความปลอดภัยของการตรวจหัวใจทารกในครรภ์ด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง

การตรวจหัวใจทารกในครรภ์ด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงมีการใช้ 2-dimensional (2-D) imaging, doppler, color doppler ซึ่งพลังงานของคลื่นเสียงความถี่สูงจะแตกต่างกันในแต่ละโหมดโดยโหมดที่มีพลังงานมากที่สุดคือ color doppler แต่อย่างไรก็ตามมีการศึกษาของ Abramowicz และคณะ<sup>(34)</sup> พบว่าการใช้คลื่นเสียงความถี่สูงมีความปลอดภัยและไม่ได้ก่อให้เกิดภาวะอันตรายต่อทารกในครรภ์ การตรวจ fetal echocardiography ในแต่ละครั้งผู้ตรวจทุกคนควรจะยึดหลัก ALARA principle—as low as reasonably achievable<sup>(35)</sup> คือการใช้ความถี่ที่น้อยที่สุดที่จะสามารถได้ภาพที่ชัดเจนเพียงพอที่จะสามารถทำการวินิจฉัยความผิดปกติของทารกในครรภ์ได้

## สรุป

การตรวจ fetal echocardiography เป็นการตรวจหัวใจทารกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงซึ่งมีความยากและซับซ้อนในการตรวจแตกต่างจากการตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงโครงสร้างอื่นๆของทารก ผู้ตรวจต้องมีความรู้ ประสบการณ์และต้องหมั่นฝึกฝนการตรวจบ่อย ๆ จึงจะสามารถตรวจวินิจฉัยความผิดปกติของหัวใจทารกได้อย่างแม่นยำ ในบทความนี้เน้นถึงเทคนิคการตรวจต่าง ๆ เพื่อให้สูติแพทย์และแพทย์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเวชศาสตร์มารดาและทารกในครรภ์ได้สามารถนำไปฝึกฝนเพื่อให้เกิดการตรวจคัดกรองและวินิจฉัยความผิดปกติของหัวใจทารกได้อย่างถูกต้องนอกจากนั้นยังสามารถที่จะส่งต่อข้อมูลการวินิจฉัยไปยังกุมารแพทย์ทารกแรกเกิดและกุมารศัลยแพทย์ทรวงอกเพื่อที่จะวางแผนในการดูแลรักษาหลังจากทารกคลอดต่อไป

## เอกสารอ้างอิง

1. Donofrio MT, Moon-Grady AJ, Hornberger LK, Copel JA, Sklansky MS, Abuhamad A, et al. American Heart Association Adults with Congenital Heart Disease Joint Committee of the Council on Cardiovascular Disease in the Young and Council on Clinical Cardiology, Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia, and Council on Cardiovascular and Stroke Nursing. Diagnosis and treatment of fetal cardiac disease: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2014;129:2183-242.
2. Hoffman JI, Kaplan S. The incidence of congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol*. 2002;39:1890-900.
3. Berning RA, Silverman NH, Villegas M, Sahn DJ, Martin GR, Rice MJ. Reversed shunting across the ductus arteriosus or atrial septum in utero heralds severe congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol*. 1996;27:481-6.
4. Bonnet D, Coltri A, Butera G, Fermont L, Le Bidois J, Kachaner J, et al. Detection of transposition of the great arteries in fetuses reduces neonatal morbidity and mortality. *Circulation*. 1999;99:916-8.
5. Tworetzky W, McElhinney DB, Reddy VM, Brook MM, Hanley FL, Silverman NH. Improved surgical outcome after fetal diagnosis of hypoplastic left heart syndrome. *Circulation*. 2001;103:1269-73.
6. Vigneswaran TV, Zidere V, Miller OI, Simpson JM, Sharland GK. Usefulness of the prenatal echocardiogram in fetuses with isolated transposition of the great arteries to predict the need for balloon atrial septostomy. *Am J Cardiol*. 2017;119:1463-67.
7. Carvalho JS, Allan LD, Chaoui R, Copel JA, DeVore GR, Hecher K, et al. ISUOG Practice Guidelines (updated): sonographic screening examination of the fetal heart. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2013;41:348-59.
8. Wax J, Minkoff H, Johnson A, Coleman B, Levine D, Helfgott A, et al. Consensus report on the detailed fetal anatomic ultrasound examination: indications, components, and qualifications. *J Ultrasound Med*. 2014;33:189-95.
9. Clur SA, Ottenkamp J, Bilardo CM. The nuchal translucency and the fetal heart: a literature review. *Prenat Diagn* 2009;29:739-748.
10. Jelliffe-Pawlowski LL, Norton ME, Shaw GM, Baer RJ, Flessel MC, Goldman S, et al. Risk of critical congenital heart defects by nuchal translucency norms. *Am J Obstet Gynecol*. 2015; 212:518.e1-10.
11. Gustapane S, Leombroni M, Khalil A, Giacci F, Marrone L, Bascietto F, et al. Systematic

- review and meta-analysis of persistent left superior vena cava on prenatal ultrasound: associated anomalies, diagnostic accuracy and postnatal outcome. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2016;48:701-708.
12. Lide B, Lindsley W, Foster MJ, Hale R, Haeri S. Intrahepatic Persistent Right Umbilical Vein and Associated Outcomes: A Systematic Review of the Literature. *J Ultrasound Med.* 2016;35(1):1-5.
  13. AIUM Practice Parameter for the Performance of Fetal Echocardiography. *J Ultrasound Med.* 2020;39:E5-E16.
  14. Ludvigsson JF, Neovius M, Söderling J, Gudbjörnsdóttir S, Svensson AM, Franzén S, et al. Periconception glycaemic control in women with type 1 diabetes and risk of major birth defects: population based cohort study in Sweden. *BMJ.* 2018;362: k2638.
  15. Giorgione V, Parazzini F, Fesslova V, Cipriani S, Candiani M, Inversetti A, et al. Congenital heart defects in IVF/ICSI pregnancy: systematic review and meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2018;51:33-42.
  16. Shamshirsaz AA, Bateni ZH, Sangi-Haghpeykar H, Arian SE, Erfani H, Shamshirsaz AA, et al. Cyanotic congenital heart disease following fertility treatments in the United States from 2011 to 2014. *Heart.* 2018;104:945-8.
  17. Platt LD, Koch R, Hanley WB, Levy HL, Matalon R, Rouse B, et al. The international study of pregnancy outcome in women with maternal phenylketonuria: report of a 12-year study. *Am J Obstet Gynecol.* 2000;182:326-33.
  18. Bateman BT, Heide-Jørgensen U, Einarsdóttir K, Engeland A, Furu K, Gissler M, et al.  $\beta$ -Blocker Use in Pregnancy and the Risk for Congenital Malformations: An International Cohort Study. *Ann Intern Med.* 2018;169:665-673.
  19. Sun J, Chen X, Chen H, Ma Z, Zhou J. Maternal Alcohol Consumption before and during Pregnancy and the Risks of Congenital Heart Defects in Offspring: A Systematic Review and Meta-analysis. *Congenit Heart Dis.* 2015;10: E216-24.
  20. Zhu Y, Romitti PA, Caspers Conway KM, Shen DH, Sun L, Browne ML, et al. National Birth Defects Prevention Study. Maternal periconceptional alcohol consumption and congenital heart defects. *Birth Defects Res A Clin Mol Teratol.* 2015;103:617-29.
  21. Dreier JW, Andersen AM, Berg-Beckhoff G. Systematic review and meta-analyses: fever in pregnancy and health impacts in the offspring. *Pediatrics* 2014;133: e674–e88.
  22. Rasiah SV, Publicover M, Ewer AK, Khan KS, Kilby MD, Zamora J. A systematic review of the accuracy of first-trimester ultrasound examination for detecting major congenital

- heart disease. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2006; 28:110-6.
23. Allan LD. A practical approach to fetal heart scanning. *Semin Perinatol.* 2000; 24:324-30.
  24. Anderson RH, Becker AE, Freedom RM, Macartney FJ, Quero-Jimenez M, Shinebourne EA, et al. Sequential segmental analysis of congenital heart disease. *Pediatr Cardiol.* 1984;5:281-7.
  25. Yoo SJ, Lee YH, Cho KS, Kim DY. Sequential segmental approach to fetal congenital heart disease. *Cardiol Young.* 1999; 9:430-44.
  26. Comstock CH. Normal fetal heart axis and position. *Obstet Gynecol* 1987;70:255–259.
  27. Pascal CJ, Huggon I, Sharland GK, Simpson JM. An echocardiographic study of diagnostic accuracy, prediction of surgical approach, and outcome for fetuses diagnosed with discordant ventriculo-arterial connections. *Cardiol Young* 2007;17:528–534.
  28. Viñals F, Heredia F, Giuliano A. The role of the three vessels and trachea view (3VT) in the diagnosis of congenital heart defects. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003;22:358–367.
  29. Yagel S, Arbel R, Anteby EY, Raveh D, Achiron R. The three vessels and trachea view (3VT) in fetal cardiac scanning. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002;20:340–345.
  30. Chiba Y, Kanzaki T, Kobayashi H, Murakami M, Yutani C. Evaluation of fetal structural heart disease using color flow mapping. *Ultrasound Med Biol* 1990;16:221–9.
  31. Chintala K, Tian Z, Du W, Donaghue D, Rychik J. Fetal pulmonary venous Doppler patterns in hypoplastic left heart syndrome: relationship to atrial septal restriction. *Heart* 2008;94:1446–9.
  32. DeVore GR, Horenstein J, Siassi B, Platt LD. Fetal echocardiography, VII. Doppler color flow mapping: a new technique for the diagnosis of congenital heart disease. *Am J Obstet Gynecol* 1987; 156:1054–64.
  33. Crispi F, Gratacós E. Fetal cardiac function: technical considerations and potential research and clinical applications. *Fetal Diagn Ther.* 2012; 32:47-64.
  34. Abramowicz JS, Kossoff G, Marsál K, Ter Haar G. Literature review by the ISUOG Bioeffects and Safety Committee. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2002;19:318-9.
  35. Rapid Response Group. Executive Board of the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology. Safety statement, 2000. International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology (ISUOG). *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2000;16:594-6.