

แนวปฏิบัติของ ISUOG (ฉบับปรับปรุง): การตรวจคัดกรองหัวใจทารกในครรภ์

(ISUOG Practice Guidelines (updated): fetal cardiac screening)

Ultrasound Obstet Gynecol 2023; 61: 788–803

คณะกรรมการมาตรฐานทางคลินิก (Clinical standard committee)

International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology (ISUOG) เป็นองค์กรที่สนับสนุนการให้ความรู้ทางเวชปฏิบัติและวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจวินิจฉัยด้วยภาพ (diagnostic imaging) เพื่อการดูแลสุขภาพสตรี คณะกรรมการมาตรฐานทางคลินิกของ ISUOG ได้พัฒนาแนวทางปฏิบัติ (practice guideline) และมติแถลงการณ์ (consensus statement) จากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อเป็นคำแนะนำทางด้านการตรวจวินิจฉัยด้วยภาพให้กับแพทย์ในเวชปฏิบัติ โดยมุ่งหวังให้เป็นแนวปฏิบัติที่ดีที่สุด ณ เวลาที่มีการเผยแพร่ อย่างไรก็ตาม แม้แนวทาง ISUOG จะพยายามให้แนวปฏิบัติที่เผยแพร่มีความถูกต้อง ทางสมาคมและสมาชิกไม่ได้ต้องการให้มีผลกระทบจากข้อผิดพลาดของข้อมูลและแนวปฏิบัติที่เผยแพร่ออกไป ทั้งนี้ วัตถุประสงค์ของเอกสารของคณะกรรมการมาตรฐานทางคลินิกนี้ ไม่ได้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นมาตรฐานการดูแลตามหลักกฎหมาย เนื่องจาก ในการประยุกต์นำแนวปฏิบัตินี้ไปใช้ อาจมีการปรับเปลี่ยนตามบริบทและทรัพยากรที่มีอยู่ในแต่ละหน่วยงานและสถานที่ แนวทางปฏิบัติที่ได้รับการอนุมัตินี้ สามารถถูกนำไปเผยแพร่ได้อย่างอิสระภายใต้การได้รับอนุญาตจาก ISUOG (info@isuog.org)

บทนำ (INTRODUCTION)

การตรวจคัดกรองหัวใจทารกในครรภ์ที่มีประสิทธิภาพ จะช่วยให้สามารถตรวจพบความผิดปกติทางโครงสร้าง การทำงาน และจังหวะการเต้นของหัวใจทารกในครรภ์ (ตามแต่ความชำนาญและทรัพยากรที่มี) ซึ่งเป็น

ส่วนหนึ่งของการดูแลในระยะก่อนคลอด เอกสารนี้เป็นคำแนะนำสำหรับการตรวจคัดกรองหัวใจทารกในครรภ์ที่มีความเสี่ยงต่ำในช่วงไตรมาสที่สอง ซึ่งเป็นการรวบรวมข้อมูลที่ทันสมัยจากแนวทางปฏิบัติต่างๆ ที่มีการตีพิมพ์มาก่อนหน้านี้⁽¹⁾ นอกจากนี้ ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการตรวจคัดกรองหัวใจทารกในครรภ์ในช่วงปลายไตรมาสที่หนึ่งและช่วงต้นไตรมาสที่สองได้ แนวทางปฏิบัติเหล่านี้สนับสนุนให้ใช้การตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงดอปเพลอร์ และแนะนำการตรวจในแนวระนาบใหม่ที่มีคุณภาพ รวมถึงการใช้รายการตรวจสอบ (checklist) (ภาคผนวก 1) บุคลากรทางการแพทย์สามารถนำแนวทางปฏิบัติเหล่านี้ไปใช้ในการตรวจหาการตั้งครรภ์ที่มีความเสี่ยงต่อความผิดปกติทางพันธุกรรม⁽²⁾ และใช้เป็นแนวทางในการให้คำปรึกษาแนะนำแก่สตรีตั้งครรภ์ การดูแลทางสูติกรรม และการดูแลแบบสหสาขา ในกรณีที่สงสัยความผิดปกติของหัวใจทารกในครรภ์หรือทารกในครรภ์มีความเสี่ยงสูง ทารกในครรภ์เหล่านี้ควรได้รับการตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงเพื่อตรวจหัวใจทารกในครรภ์ (fetal echocardiography) ต่อไป⁽³⁻⁶⁾

โรคหัวใจพิการแต่กำเนิด (congenital heart disease) มีความชุกอยู่ที่ 8.2 ต่อการคลอด 1,000 ราย และเป็นสาเหตุสำคัญของการเสียชีวิตและทุพพลภาพของทารกในช่วงขวบปีแรก⁽⁷⁾ การวินิจฉัยก่อนคลอดสามารถช่วยลดอัตราการเสียชีวิตของทารกในระยะก่อนที่จะได้รับการทำหัตถการรักษา⁽⁸⁾ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับความผิดปกติบางชนิดของหัวใจทารกในครรภ์⁽⁹⁻¹⁵⁾ การวินิจฉัยก่อนคลอดรวมกับการให้ความรู้กับคู่สามีภรรยา จะช่วยในการเตรียมการคลอดสำหรับทารกที่ต้องการการดูแลเป็นพิเศษในระยะแรกเกิด นอกจากนี้ การวินิจฉัยก่อนคลอดยังอาจมีผลต่อการพัฒนาการทางระบบประสาทในระยะยาว^(16, 17) และช่วยเพิ่มทางเลือกสำหรับครอบครัวในการตัดสินใจเลือกแนวทางในการรักษา อย่างไรก็ตาม อัตราการวินิจฉัยก่อนคลอดจะแตกต่างกันในแต่ละภูมิภาคของโลกและแตกต่างกันในแต่ละความผิดปกติของหัวใจทารกในครรภ์ โดยพบว่า น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของทารกที่มีความผิดปกติของหัวใจแต่กำเนิดได้รับการวินิจฉัยก่อนคลอด^(7, 18, 19) อัตราการวินิจฉัยก่อนคลอดที่ต่างกันนี้ ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้ทำการตรวจคลื่นเสียงความถี่สูง ความถี่ของหัวใจตรวจคลื่นเสียงความถี่สูง รูปร่างของสตรี

ตั้งครรภ์ แผลผ่าตัดที่ช่องท้อง อายุครรภ์ ปริมาณน้ำคร่ำ และท่าของทารกในครรภ์⁽²⁰⁻²³⁾ การฝึกฝนอย่างต่อเนื่องของบุคลากรทางการแพทย์ การลดเกณฑ์ในการส่งต่อเพื่อตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงหัวใจของทารกในครรภ์ การปฏิบัติตามแนวทางการตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงที่ได้มาตรฐาน และการมีผู้เชี่ยวชาญทางด้านหัวใจทารกในครรภ์ที่เข้าถึงได้ง่าย จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการตรวจคัดกรองความผิดปกติของหัวใจทารกในครรภ์^(14, 24-26)

รายละเอียดของการแบ่งเกรดของคำแนะนำ (grades of recommendation) และระดับของหลักฐาน (levels of evidence) ที่ใช้ในแนวทางปฏิบัติของ ISUOG อยู่ในภาคผนวก 2

ข้อควรคำนึงโดยรวม (GENERAL CONSIDERATIONS)

แม้ว่าภาพหัวใจทารกในครรภ์ในภาพหัวใจสี่ห้อง (four-chamber view) และภาพหลอดเลือดออกจากหัวใจ (outflow-tract view) จะเป็นภาพที่สำคัญที่ใช้ในการตรวจคัดกรองหัวใจทารกในครรภ์ แพทย์ผู้ทำการตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงควรจะต้องมีความระมัดระวังและคำนึงถึงข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการตรวจในแนวระนาบดังกล่าว ซึ่งอาจมีผลทำให้วินิจฉัยความผิดปกติของหัวใจทารกในครรภ์ล่าช้าออกไป⁽²⁷⁻²⁹⁾ การเพิ่มอัตราการตรวจพบความผิดปกติของหัวใจแต่กำเนิดของทารกในครรภ์ ทำได้โดย การตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงอย่างละเอียดเพื่อคัดกรองหัวใจทารกในครรภ์ในภาพหัวใจสี่ห้องและภาพหลอดเลือดออกจากหัวใจ ร่วมกับแพทย์ที่ตรวจควรตระหนักว่า ความผิดปกติบางชนิดของหัวใจทารกในครรภ์อาจไม่สามารถตรวจพบได้จนกระทั่งช่วงท้ายของการตั้งครรภ์ หรืออาจตรวจไม่พบในภาพหัวใจสี่ห้อง (เช่น ภาวะหลอดเลือดแดงใหญ่ของหัวใจสลับข้าง (transposition of the great arteries) ภาวะการตีบของหลอดเลือดแดงเอออร์ตา (aortic coarctation) เป็นต้น) ดังนั้น การตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงในภาพหัวใจสี่ห้อง ร่วมกับภาพหลอดเลือดออกจากหัวใจ และภาพหลอดเลือดใหญ่ของหัวใจทารกในครรภ์ จะช่วยให้สามารถตรวจพบโรคหัวใจพิการแต่กำเนิดของทารกในครรภ์ได้ดียิ่งขึ้น^(24, 30, 31)

อายุครรภ์ (Gestational age)

การตรวจคัดกรองหัวใจทารกในครรภ์ ควรทำในช่วงระหว่างอายุครรภ์ 18 ถึง 22 สัปดาห์ (แนวปฏิบัติที่ดี (GOOD PRACTICE POINT)) โดยการตรวจในช่วงระหว่างอายุครรภ์ 20 ถึง 22 สัปดาห์ จะดีกว่าการตรวจในช่วงระหว่างอายุครรภ์ 18 ถึง 20 สัปดาห์ เนื่องจากมีโอกาสน้อยกว่าที่จะไม่สามารถตรวจได้ครบถ้วนสมบูรณ์และต้องมีการตรวจเพิ่มเติมต่อที่อายุครรภ์มากขึ้น ถึงแม้ว่าส่วนใหญ่ของสตรีตั้งครรภ์จะอยากทราบถึงความผิดปกติของทารกในครรภ์ในช่วงอายุครรภ์ที่เร็วที่สุดที่เป็นไปได้ก็ตาม⁽³²⁾ นอกจากนี้ มีโครงสร้างจำนวนมากที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนจากการตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงที่อายุครรภ์เกินกว่า 22 สัปดาห์ และความผิดปกติของหัวใจทารกในครรภ์บางชนิด สามารถตรวจพบได้ตั้งแต่ในช่วงปลายไตรมาสแรกถึงต้นไตรมาสที่สอง โดยเฉพาะในกรณีที่สงสัยว่ามีความผิดปกติของหัวใจทารกในครรภ์จากการที่ทารกในครรภ์มีความหนาของต้นคอ (nuchal translucency) มากกว่าปกติ หรือในกรณีที่แพทย์ผู้ตรวจตั้งใจตรวจดูหัวใจทารกในครรภ์ตั้งแต่ในช่วงอายุครรภ์น้อย⁽³³⁻³⁹⁾

ปัจจัยทางด้านเทคนิค (Technical factors)

หัวตรวจคลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasound transducer)

หัวตรวจที่มีความถี่สูงจะช่วยให้สามารถตรวจพบความผิดปกติเล็กๆ น้อยๆ ได้ดียิ่งขึ้น ในการตรวจทุกครั้ง จึงควรใช้หัวตรวจที่มีความถี่สูงที่สุดที่เป็นไปได้ เพื่อเพิ่มความคมชัด (resolution) ของภาพ ทั้งนี้ หัวตรวจที่มีความถี่สูง จะมีความสามารถในการแทรกซึมของคลื่นเสียงที่ลดลง การสร้างภาพโดยใช้ฮาร์โมนิกของเนื้อเยื่อ (tissue harmonic) จะช่วยให้ได้ภาพที่มีคุณภาพดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สำหรับสตรีตั้งครรภ์ที่มีผนังหน้าท้องหนา หรือในช่วงไตรมาสที่สามของการตั้งครรภ์ (แนวปฏิบัติที่ดี)⁽⁴⁰⁾

ตัวแปรในการสร้างภาพ (Imaging parameters)

การสร้างภาพสเกลสีเทาในระนาบแนวขวาง (cross-sectional grayscale imaging) เป็นพื้นฐานของการตรวจหัวใจทารกในครรภ์ที่เชื่อถือได้ ในการตั้งค่าระบบ ควรเน้นให้มีอัตราเฟรม (frame rate) ที่สูง เพิ่มความต่างระดับสี (contrast) และเพิ่มความละเอียดของภาพ โดยทั่วไป ในการตรวจหัวใจทารกในครรภ์ จะมีการตั้งค่าไว้

ล่วงหน้าที่เครื่องตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงให้มีความคงอยู่ (persistence) ต่ำ พื้นที่ใจกลางของเสียง (single acoustic focal zone) และขนาดพื้นที่รับภาพ (image field) ที่ค่อนข้างแคบ นอกจากนี้ ระบบการตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงในปัจจุบัน ยังมีกระบวนการแต่งภาพในภายหลัง เพื่อให้ได้ภาพที่มีคุณภาพดียิ่งขึ้น (แนวปฏิบัติที่ดี)

การขยายภาพ การบันทึกและแสดงภาพย้อนหลัง และการเก็บภาพ (Zoom, cine-loop and image storage)

ควรขยายภาพให้หัวใจทารกในครรภ์มีขนาดใหญ่ประมาณหนึ่งในสาม หรือครึ่งหนึ่งของขนาดจอภาพ การบันทึกและแสดงภาพย้อนหลัง มีส่วนช่วยในการประเมินโครงสร้างของหัวใจทารกในครรภ์ในขณะตรวจ (real time) เช่น ใช้ในการตรวจสอบการขยับของลิ้นหัวใจในแต่ละรอบการเต้นของหัวใจ (cardiac cycle) เป็นต้น การขยายภาพและการบันทึกและแสดงภาพย้อนหลังยังอาจช่วยในการตรวจหาความผิดปกติของหัวใจทารกในครรภ์ได้ (แนวปฏิบัติที่ดี)

ในแนวทางปฏิบัตินี้ แนะนำให้บันทึกเป็นภาพนิ่งและคลิปวิดีโอ ซึ่งควรบันทึกไว้ในลักษณะที่สามารถนำกลับมาทบทวนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการวินิจฉัย ร่วมกับการระบุตัวตนของผู้ป่วยที่เหมาะสม และการระบุข้างและทิศทางที่จำเป็น (แนวปฏิบัติที่ดี)

การตรวจหัวใจ (CARDIAC EXAMINATION)

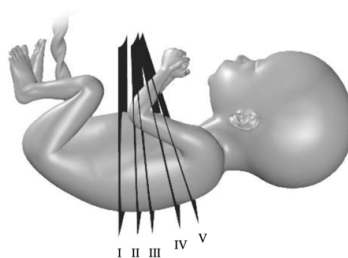
การตรวจคัดกรองหัวใจทารกในครรภ์ ควรประกอบด้วย การตรวจ situs ของทารกในครรภ์ และการตรวจในภาพหัวใจสี่ห้อง ภาพหลอดเลือดออกจากหัวใจ และภาพหลอดเลือดใหญ่ (great-vessel views)^(30, 31, 41-49) ซึ่งจะช่วยให้การตรวจพบความผิดปกติของหัวใจทารกในครรภ์ได้มากกว่าการตรวจในภาพหัวใจสี่ห้องเพียงอย่างเดียว^(24, 30, 31, 50, 51) โดยการตรวจในภาพหลอดเลือดออกจากหัวใจ และภาพหลอดเลือดใหญ่ จะช่วยให้สามารถตรวจพบภาวะ tetralogy of Fallot ภาวะหลอดเลือดแดงใหญ่ของหัวใจสลับข้าง (transposition of the

great arteries) ภาวะหัวใจห้องล่างขวาออกสองทาง double-outlet right ventricle และภาวะ truncus arteriosus^(44-47, 52-57) การปฏิบัติตามขั้นตอนของแนวทางปฏิบัตินี้ (ภาคผนวก 1) ยังสามารถช่วยให้ตรวจพบความผิดปกติของลิ้นหัวใจที่กั้นระหว่างหัวใจห้องล่างกับหลอดเลือดที่นำเลือดออกจากหัวใจห้องล่าง (semilunar valve) เช่น การตีบของลิ้นหัวใจเอออร์ติก (aortic stenosis) และการตีบของลิ้นหัวใจปัลโมนารี (pulmonary stenosis) ซึ่งอาจมีความรุนแรงมากขึ้นเมื่ออายุครรภ์เพิ่มขึ้น^(58, 59) (ระดับของคำแนะนำ: C)

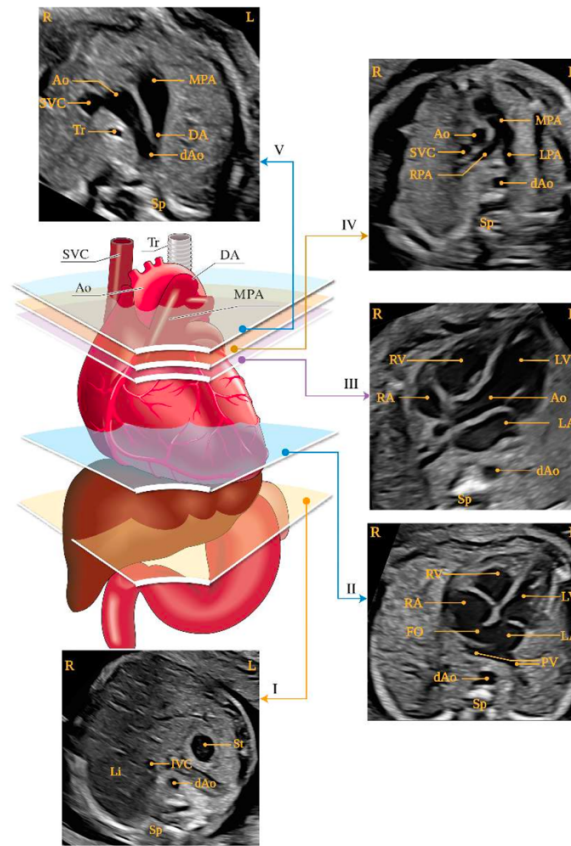
Situs และภาพหัวใจสี่ห้อง (Situs and the four-chamber view)

เทคนิคการตรวจคลื่นเสียงความถี่สูง (Sonographic technique)

สิ่งสำคัญอันดับแรกในการประเมิน situs ของหัวใจทารกในครรภ์ คือ การประเมินข้างขวาซ้าย (laterality) ของทารกในครรภ์ ตามด้วยการตรวจสอบว่า กระเพาะอาหารและหัวใจของทารกในครรภ์อยู่ทางด้านซ้ายของลำตัวทารกในครรภ์^(48, 60-62) ในช่วงไตรมาสที่สอง หัวใจทารกในครรภ์วางตัวอยู่ในแนวนอนในช่องอก และถูกยึดให้อยู่กับที่โดยตับของทารกในครรภ์ที่ขยายออกมาทางด้านซ้ายชิดกับผนังหน้าท้อง^(63, 64) การขยับหัวตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงในแนวขวาง จากบริเวณช่องท้องของทารกในครรภ์ไปยังช่องอกของทารกในครรภ์ จะช่วยให้สามารถเห็น situs ของช่องท้องและภาพหัวใจสี่ห้อง (รูปที่ 1 และ 2)



รูปที่ 1 เทคนิคในการตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงเพื่อดูหัวใจทารกในครรภ์ในภาพต่างๆ ตามลำดับ (I) ภาพแรกคือ ภาพในแนวตัดขวางของช่องท้องส่วนบน; (II) หลังจากนั้นให้ขยับและเอียงหัวตรวจไปในทิศทางของศีรษะทารกในครรภ์ จะทำให้ได้ภาพหัวใจสี่ห้องซึ่งเป็นภาพในแนวตัดขวางของช่องอก เมื่อขยับหัวตรวจให้เคลื่อนต่อไปในทิศทางของศีรษะทารกในครรภ์ จะได้ภาพหลอดเลือดออกจากหัวใจ และหลอดเลือดใหญ่ตามลำดับ; (III) ภาพหลอดเลือดออกจากหัวใจห้องล่างซ้าย (left ventricular outflow-tract view); (IV) ภาพหลอดเลือดออกจากหัวใจห้องล่างขวา (right ventricular outflow-tract view) และภาพหลอดเลือดใหญ่สามเส้น (three-vessel view); (V) ภาพหลอดเลือดใหญ่สามเส้นและท่อลม (three-vessel-and-trachea view)



รูปที่ 2 แสดงภาพตัดขวางห้าภาพสำหรับการตรวจคัดกรองหัวใจทารกในครรภ์ที่ดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับระนาบที่แสดงในรูปที่ 1 แผนภาพแสดงทอลม หัวใจและหลอดเลือดใหญ่ ตับ และกระเพาะอาหาร โดยมีระนาบของลำคลื่นเสียงทำระนาบแสดงด้วยรูปหลายเหลี่ยม ซึ่งสอดคล้องกับภาพขาวดำ ดังที่ระบุไว้

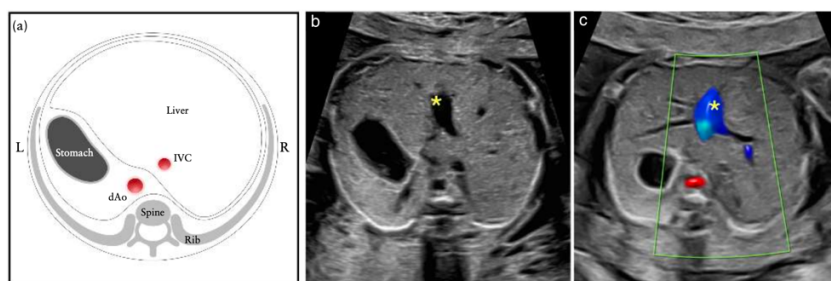
(I) ระนาบส่วนล่างสุด แสดงกระเพาะอาหารทารก (St) ภาพตัดขวางของหลอดเลือดแดงเออร์ตาส่วนล่าง (dAo) และหลอดเลือดดำ inferior vena cava (IVC) กระดูกสันหลัง (Sp) และตับ (Li) (II) ภาพหัวใจห้องของทารก แสดงหัวใจห้องล่างขวาและซ้าย (RV, LV) และหัวใจห้องบนขวาและซ้าย (RA, LA) foramen ovale (FO) และหลอดเลือดดำปอด (PV) ทางด้านขวาและซ้ายของ dAo (III) ภาพทางออกของหัวใจห้องล่างซ้าย แสดงหลอดเลือดแดงเออร์ตาช่วงต้น (Ao) LV, RV, LA และ RA และภาพตัดขวางของ dAo (IV) ภาพส่วนบนขึ้นไปเล็กน้อย (ภาพทางออกของหัวใจห้องล่างขวา) แสดงหลอดเลือดแดงปอดใหญ่ (MPA) และการแยกออกเป็นหลอดเลือดแดงปอดขวา (RPA) และซ้าย (LPA) และภาพตัดขวางของ Ao และ dAo (V) ภาพหลอดเลือดสามเส้นและทอลม แสดงหลอดเลือดดำ superior vena cava (SVC) MPA ductus arteriosus (DA) aortic arch (จาก Ao ส่วนต้นถึง dAo) และทอลม (Tr)

L = ซ้าย, R = ขวา

ดัดแปลงจาก Yagel และคณะ โดยได้รับอนุญาต

Situs

Situs ของช่องท้องทารกในครรภ์ สามารถประเมินได้ในระยะนาบที่วัดเส้นรอบท้องของทารกในครรภ์ (fetal abdominal circumference) โดยจะเห็นกระเพาะอาหารของทารกในครรภ์อยู่ทางด้านซ้ายของลำตัว และเห็นภาพตัดขวางของหลอดเลือดแดงเอออร์ตาและหลอดเลือดดำ inferior vena cava อยู่ทางด้านซ้ายและขวาของกระดูกสันหลังของทารกในครรภ์ ตามลำดับ (รูปที่ 3) การตรวจพบว่า situs ของช่องท้องของทารกในครรภ์ปกติ จะแสดงถึง situs ของหัวใจห้องบนของทารกในครรภ์ที่ปกติ หรือที่เรียกว่า situs solitus ซึ่งหมายถึง หัวใจห้องบน ขวาวอยู่ทางด้านขวา เมื่อเทียบกับหัวใจห้องบนซ้ายที่อยู่ทางด้านซ้าย



รูปที่ 3 แผนภาพเชิงแผนผัง (a) และภาพคลื่นเสียงความถี่สูงสเกลสีเทา (b) และภาพคลื่นเสียงความถี่สูงดีอปเปอร์สี (c) ที่สอดคล้องกันของภาพตัดขวางของช่องท้องส่วนบนของทารกในครรภ์

(a) situs ของช่องท้อง สามารถตรวจสอบได้ในภาพตัดขวางของช่องท้องทารก หลังจากกำหนดข้างของทารกจากตำแหน่งทารกในมดลูกแล้ว ควรตรวจพบกระเพาะอาหารอยู่ทางด้านซ้ายของทารก โดยมีหลอดเลือดแดงเอออร์ตาส่วนลง (dAo) และหลอดเลือดดำ inferior vena cava (IVC) อยู่ทางด้านซ้ายและขวาของกระดูกสันหลังตามลำดับ

(b,c) ส่วนสั้นๆ ของหลอดเลือดดำสายสะดือ (*) จะปรากฏตรงกลางของตับ

L = ซ้าย, R = ขวา

ภาพหัวใจสี่ห้อง (Four-chamber view)

ในภาพหัวใจสี่ห้อง ควรมีการประเมินโครงสร้างต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 1 และรูปที่ 4 และ 5 โดยทั่วไปหัวใจทารกในครรภ์ปกติจะมีขนาดไม่เกินหนึ่งในสามของพื้นที่ในช่องอก ในช่วงไตรมาสที่สองและสาม อาจตรวจพบน้ำในช่องเยื่อหุ้มหัวใจ (pericardial effusion) ในปริมาณเล็กน้อยได้ (ความหนาของปริมาณน้ำที่ตรวจพบจาก

การตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงในช่วงท้ายของการบีบตัวของหัวใจ (end-systole) ไม่เกิน 2 มิลลิเมตร) ซึ่งถือว่าปกติ

(65) ทั้งนี้ ในภาพบางระนาบอาจเห็นลักษณะเป็นวงสีดำขนาดเล็กล้อมรอบหัวใจ ซึ่งอาจทำให้เข้าใจผิดว่าเป็นน้ำในช่องเยื่อหุ้มหัวใจได้⁽⁶⁶⁾

ตารางที่ 1 การประเมินข้าง/ situs ของทารกในครรภ์และภาพหัวใจสี่ห้อง

Situs และลักษณะทั่วไป

การกำหนดข้างของทารกในครรภ์ (ระบุข้างขวาและซ้ายของทารก)

กระเพาะอาหาร และหัวใจอยู่ทางด้านซ้าย*

หลอดเลือดแดงเออร์ตาส่วนลงอยู่ทางด้านซ้าย และหลอดเลือดดำ inferior vena cava อยู่ทางด้านขวาของกระดูกสันหลัง*

หัวใจมีขนาดประมาณหนึ่งในสามของพื้นที่ทรวงอก

หัวใจส่วนใหญ่อยู่ในทรวงอกด้านซ้าย

แกนหัวใจ (ส่วน apex) ชี้ไปทางซ้ายประมาณ 45 ± 20 องศา

พบสี่ห้องหัวใจ

จังหวะการเต้นของหัวใจปกติ

ไม่มีภาวะน้ำในช่องเยื่อหุ้มหัวใจ

หัวใจห้องบน

มีสองห้อง ขนาดใกล้เคียงกัน

แผ่นปิด foramen ovale อยู่ในหัวใจห้องบนซ้าย

มีผนังกันระหว่างหัวใจห้องบนขวาและซ้ายแบบปฐมภูมิ (atrial septum primum) อยู่ใกล้ crux

พบหลอดเลือดดำปอดอย่างน้อยหนึ่งเส้นเข้าสู่หัวใจห้องบนซ้าย

หัวใจห้องล่าง

มีสองห้อง ขนาดใกล้เคียงกัน

ไม่พบภาวะกล้ามเนื้อหัวใจหนาตัว

Moderator band อยู่ที่ apex ของหัวใจห้องล่างขวา

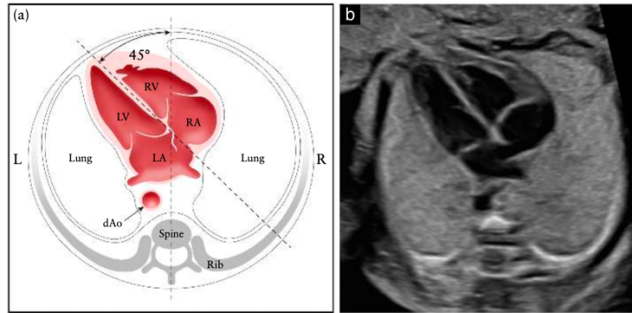
มีผนังกันระหว่างหัวใจห้องล่างขวาและซ้ายสมบูรณ์ (จาก apex ถึง crux)

รอยต่อระหว่างหัวใจห้องบนและล่าง และลิ้นหัวใจ

crux ของหัวใจสมบูรณ์

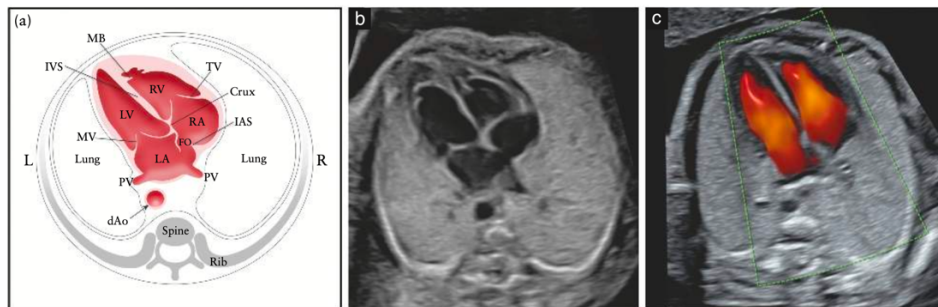
การเชื่อมกันของลิ้นหัวใจ: ลิ้นหัวใจไตรคัสปิด (tricuspid valve) เกาะบนผนังกันระหว่างหัวใจห้องล่างขวาและซ้าย และอยู่ใกล้ apex ของหัวใจมากกว่าลิ้นหัวใจไมทรัล (mitral valve)

* situs ปกติของช่องท้อง: หมายถึง ตำแหน่งปกติของหัวใจห้องบน (เรียกว่า situs solitus)



รูปที่ 4 การกำหนดตำแหน่งและแกนของหัวใจ แสดงในแผนภาพเชิงแผนผัง (a) และภาพคลื่นเสียงความถี่สูงสเกลสีเทาที่สอดคล้องกัน (b) เส้นจินตนาการที่ลากจากกระดูกสันหลังทางด้านหลังไปยังกระดูกอกทางด้านหน้า แบ่งทรงอกออกเป็นสองส่วนเท่าๆ กัน คือ ด้านซ้าย (L) และด้านขวา (R) หัวใจทารกปกติส่วนใหญ่อยู่ทางด้านซ้าย โดยมีปลายหัวใจชี้ไปทางซ้ายทำมุม 45 ± 20 องศา เมื่อเทียบกับแกนหน้าหลังของทรงอก

dAo = หลอดเลือดแดงเอออร์ตาส่วนลง; LA = หัวใจห้องบนซ้าย; LV = หัวใจห้องล่างซ้าย; RA = หัวใจห้องบนขวา; RV = หัวใจห้องล่างขวา



รูปที่ 5 แผนภาพเชิงแผนผัง (a) และภาพคลื่นเสียงความถี่สูงสเกลสีเทา (b) และภาพคลื่นเสียงความถี่สูงดอปเพลอร์สี (c) ที่สอดคล้องกันของภาพหัวใจสีห้อง องค์ประกอบสำคัญของภาพหัวใจสีห้องปกติในไตรมาสที่สอง ได้แก่ พื้นที่หัวใจไม่เกินหนึ่งในสามของพื้นที่ทรงอก โครงสร้างด้านขวาและด้านซ้ายมีขนาดใกล้เคียงกัน (ทั้งขนาดห้องและผนัง) foramen ovale (FO) ที่เปิดอยู่พร้อมลิ้นในหัวใจห้องบนซ้าย (LA) ส่วน crux ของหัวใจที่สมบูรณ์ โดยมีการเชื่อมกันตามปกติของลิ้นหัวใจ atrioventricular ทั้งสอง และผนังกันระหว่างหัวใจห้องล่าง (IVS) ที่สมบูรณ์ ใน (a) และ (b) หัวใจห้องล่างขวา (RV) ถูกกระตุ้นโดยการมี moderator band (MB) และลิ้นไตรคัสปิด (TV) โดยที่ส่วนของลิ้นที่ติดกับผนังกันจะอยู่ก่อนไปทางปลายมากกว่าเมื่อเทียบกับการติดของลิ้นไมทรัล (MV) (การเชื่อมตามปกติ) หลอดเลือดดำปอด (PV) ก็ปรากฏให้เห็นว่าเข้าสู่ LA ในภาพคลื่นเสียงความถี่สูงดอปเพลอร์สี (c) สามารถมองเห็นการไหลเข้าของเลือดสองทางแยกกันเข้าสู่หัวใจห้องล่างในระหว่างระยะการคลายตัวของหัวใจ

dAo = หลอดเลือดแดงเอออร์ตาส่วนลง; IAS = ผนังกันระหว่างหัวใจห้องบน; L = ซ้าย; LV = หัวใจห้องล่างซ้าย; R = ขวา; RA = หัวใจห้องบนขวา

หัวใจของทารกในครรภ์จะอยู่ค่อนข้างซ้ายของช่องอก โดยปกติ แขนยาวของหัวใจจะชี้ไปทางซ้าย และ ทำมุมประมาณ 45 ± 20 (2 เท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) องศา⁽⁶⁷⁾ เมื่อเทียบกับแกนในแนวหน้าหลังของช่องอก (รูปที่ 4) แพทย์ผู้ตรวจควรให้ความสนใจกับแกนและตำแหน่งของหัวใจ ซึ่งสามารถประเมินได้ง่ายแม้กระทั่งใน กรณีที่ไม่สามารถได้ภาพหัวใจห้องที่ชัดเจน⁽⁶⁸⁾ ในกรณีที่ไม่เห็นหัวใจหรือกระเพาะอาหารของทารกในครรภ์อยู่ทาง ด้านซ้าย ให้สงสัยว่าอาจมีความผิดปกติของ situs ในกรณีที่ตรวจพบว่า แกนของหัวใจทารกในครรภ์ผิดปกติ จะ เพิ่มความเสี่ยงต่อความผิดปกติทางโครงสร้างของหัวใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความผิดปกติของหลอดเลือดที่ออกจาก หัวใจ (outflow tracts)⁽⁶⁹⁾ ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับความผิดปกติของโครโมโซม นอกจากนี้ ความผิดปกติของอวัยวะอื่น อาจเป็นสาเหตุให้ตำแหน่งและแกนของหัวใจต่างไปจากเดิม การที่หัวใจทารกในครรภ์เคลื่อนที่จากตำแหน่งปกติซึ่ง อยู่บริเวณด้านหน้าข้างซ้ายของช่องอกไปอยู่ในตำแหน่งอื่น อาจเกิดจากภาวะไส้เลื่อนกะบังลมแต่กำเนิด หรือการ ที่มีรอยโรคบริเวณเนื้อปอด เช่น ภาวะ congenital pulmonary airway malformation หรือภาวะปอดแฟบ (lung hypoplasia) หรือไม่มีเนื้อปอด (lung agenesis)⁽⁷⁰⁾ ส่วนการที่แกนของหัวใจทารกในครรภ์ต่างไปจากเดิม อาจมีสาเหตุมาจากภาวะผนังหน้าท้องไม่ปิดแต่กำเนิด ไม่ว่าจะเป็น omphalocele หรือ gastroschisis

สำหรับอัตราและจังหวะการเต้นของหัวใจทารกในครรภ์ ควรได้รับการตรวจยืนยันว่าปกติหรือไม่ โดยปกติ อัตราการเต้นของหัวใจจะอยู่ในช่วง 120 ถึง 160 ครั้งต่อนาที ความผิดปกติของจังหวะการเต้นของหัวใจทารกใน ครรภ์ที่พบได้บ่อยที่สุด คือ การเว้นหายไปของจังหวะการเต้น (skipped beat) หรือการมีจังหวะการเต้นเพิ่ม ขึ้นมาจากปกติ (ectopic beat) ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะไม่รุนแรง หายได้เอง และไม่เกี่ยวข้องกับความผิดปกติทาง โครงสร้างของหัวใจทารกในครรภ์หากตรวจพบในรายที่มีความเสี่ยงต่ำ^(71, 72) อย่างไรก็ตาม หากตรวจพบว่า เกิดขึ้น บ่อยครั้ง (เกิดขึ้นถี่มากกว่าทุก 3 ถึง 5 ครั้งของจังหวะการเต้นของหัวใจ) หรือมีจังหวะการเต้นที่ไม่สม่ำเสมออยู่ นานกว่า 1 ถึง 2 สัปดาห์ ถือเป็นข้อบ่งชี้ในการตรวจเพิ่มเติม^(5, 6, 71, 73-75) ภาวะหัวใจเต้นช้า (bradycardia) สามารถเกิดขึ้นได้ชั่วคราวเป็นปกติในช่วงไตรมาสที่สองจากการที่มีแรงกดจากหัวตรวจคลื่นเสียงความถี่สูง แต่หาก

เกิดขึ้นต่อเนื่องเป็นเวลานาน (น้อยกว่า 110 ครั้งต่อนาที) ในทารกปกติ จะต้องได้รับการตรวจประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านหัวใจทารกในครรภ์^(76, 77) ซึ่งสาเหตุที่อาจเป็นไปได้คือ ภาวะ blocked atrial ectopic beats ภาวะ atrioventricular block และภาวะ sinus bradycardia^(78, 79) การที่ทารกในครรภ์ขาดออกซิเจน (fetal hypoxia) อาจทำให้หัวใจทารกในครรภ์เต้นช้าลงแบบ deceleration ช้าหลายครั้งได้ ภาวะหัวใจเต้นเร็ว (tachycardia) สามารถเกิดขึ้นได้ชั่วคราวเป็นปกติในขณะที่ทารกในครรภ์มีการเคลื่อนไหว (160 ถึง 180 ครั้งต่อนาที) แต่หากเกิดขึ้นต่อเนื่องเป็นเวลานาน (ตั้งแต่ 180 ครั้งต่อนาทีขึ้นไป)^(78, 80) ควรตรวจประเมินเพิ่มเติมว่าเป็นภาวะหัวใจเต้นเร็วผิดปกติ (tachydysrhythmias) ที่มีอันตรายรุนแรง หรือเกิดจากทารกในครรภ์ขาดออกซิเจน

โดยปกติ หัวใจห้องบนขวาและซ้ายจะมีขนาดเท่ากัน และแผ่นปิด foramen ovale จะมีการเคลื่อนไหวไปมาอยู่ภายในหัวใจห้องบนซ้าย โดยจะต้องเห็นขอบล่างของผนังกันระหว่างหัวใจห้องบนขวาและซ้าย ที่เรียกว่า septum primum ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ crux ของหัวใจ crux ของหัวใจเป็นตำแหน่งรอยต่อระหว่างส่วนล่างของผนังกันระหว่างหัวใจห้องบนขวาและซ้าย กับส่วนบนของผนังกันระหว่างหัวใจห้องล่างขวาและซ้าย และเป็นที่เกาะของลิ้นหัวใจที่กันระหว่างหัวใจห้องบนและล่าง (atrioventricular valve) โดยทั่วไป จะเห็นหลอดเลือดดำปอด (pulmonary vein) เทเข้าสู่หัวใจห้องบนซ้าย ซึ่งควรจะเห็นอย่างน้อยหนึ่งเส้นในภาพ B-mode การใช้คลื่นเสียงความถี่สูงดอปเพลอร์สี จะช่วยให้เห็นหลอดเลือดดำปอดได้ดียิ่งขึ้น แต่ไม่ได้มีความจำเป็น และหากใช้คลื่นเสียงความถี่สูงดอปเพลอร์สี ควรจะแสดงภาพที่ได้จากการใส่ดอปเพลอร์สี เทียบกับภาพคลื่นเสียงความถี่สูงสเกลสีเทา B-mode เพื่อลดการเกิดผลลบลง (false negative)⁽⁸¹⁾

Moderator band เป็นกลุ่มกล้ามเนื้อที่วางตัวอยู่ในแนวขวางในหัวใจห้องล่างขวา โดยจะเห็นอยู่บริเวณ apex ของหัวใจ moderator band นี้เป็นโครงสร้างที่สำคัญที่ช่วยในการบอกว่าเป็นหัวใจห้องล่างขวา ซึ่งต่างจาก apex ของหัวใจห้องล่างซ้ายที่เรียบและเป็นส่วนปลายสุดที่เป็น apex ของหัวใจ โดยปกติ หัวใจห้องล่างขวาและซ้ายจะมีขนาดเท่ากัน และไม่ควรมีผนังที่หนาตัวขึ้น ในช่วงไตรมาสที่สาม หัวใจห้องล่างขวาและซ้ายอาจมีขนาด

แตกต่างกันได้เล็กน้อย แต่หากตรวจพบในไตรมาสที่สอง ควรทำการตรวจเพิ่มเติมเพื่อหาสาเหตุ⁽⁸²⁾ ซึ่งอาจเป็นจากภาวะ coarctation of aorta กลุ่มอาการ hypoplastic left heart และภาวะ anomalous pulmonary venous return⁽⁸³⁻⁸⁵⁾

สำหรับผนังกันห้องหัวใจ ควรตรวจดูผนังกันห้องหัวใจอย่างละเอียด เพื่อหารอยบกพร่องของผนังกันห้องหัวใจตั้งแต่ส่วน apex ไปจนถึงส่วน crux และถ้าเป็นไปได้ ควรทำการกวาดภาพ (sweep) โดยเริ่มจากส่วนหลังสุดของผนังกันและเคลื่อนไปยังทางออกของเลือด (outflow tracts) รอยบกพร่องของผนังกันอาจตรวจพบได้ยาก ผนังกันจะมองเห็นได้ดีที่สุดเมื่อมุมของคลื่นเสียงตั้งฉากกับผนังกัน เมื่อลำแสงคลื่นเสียงความถี่สูงขนานกับผนังกันห้องหัวใจโดยตรง อาจสงสัยผิดว่ามีรอยบกพร่องใกล้ส่วน crux เนื่องจากปรากฏการณ์สัญญาณตกหาย (dropout) ทางเสียง รอยบกพร่องเล็กๆ ของผนังกัน (1–2 มม.) อาจยืนยันได้ยากมากหากระบบภาพคลื่นเสียงความถี่สูงไม่สามารถให้ความคมชัดด้านข้าง (lateral resolution) ที่เพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากขนาดและตำแหน่งของทารกในครรภ์ไม่เอื้ออำนวย อย่างไรก็ตาม ในกรณีส่วนใหญ่ รอยบกพร่องเหล่านี้มีความสำคัญทางคลินิกจำกัด และอาจปิดเองได้ตั้งแต่ในครรภ์^(86, 87)

ควรเห็นลิ้นหัวใจ atrioventricular สองลิ้นที่แยกจากกัน (ด้านขวา ไตรคัสปิด (tricuspid); ด้านซ้าย ไมทรัล (mitral)) เปิดออกแยกกันอย่างอิสระ กลีบของลิ้นหัวใจไตรคัสปิดจะยึดติดกับผนังกันใกล้กับ apex มากกว่าเมื่อเทียบกับลิ้นหัวใจไมทรัล (เรียกว่า ความเฉ (offset) ปกติ) การเรียงตัวที่ผิดปกติของลิ้นหัวใจ atrioventricular อาจเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยบอกลักษณะผิดปกติของหัวใจ เช่น รูรั่วผนังกัน atrioventricular (atrioventricular septal defect)

ภาพหลอดเลือดออกจากหัวใจ ภาพหลอดเลือดสามเส้น และภาพหลอดเลือดสามเส้นและท่อลม (Outflow-tract, three-vessel and three-vessel-and-trachea views)

ภาพหลอดเลือดที่ออกจากหัวใจห้องล่างซ้าย (LVOT) และหัวใจห้องล่างขวา (RVOT) ภาพหลอดเลือดสามเส้น (3VV) และภาพหลอดเลือดสามเส้นและท่อลม (3VTV) ถือเป็นส่วนสำคัญของการตรวจคัดกรองหัวใจทารกในครรภ์ สิ่งสำคัญคือต้องตรวจสอบความปกติของหลอดเลือดแดงใหญ่สองเส้น การเชื่อมต่อกับช่องหัวใจที่ถูกต้อง ขนาดของหลอดเลือดและตำแหน่งของหลอดเลือดที่สัมพันธ์กัน รวมถึงลักษณะที่ปรากฏและการเปิดของลิ้นหัวใจ semilunar ตามปกติ จากการศึกษาขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นการสำรวจการตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงในทารกในครรภ์ กว่า 18,000 ราย⁽⁸⁸⁾ พบว่า ในการตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงในไตรมาสที่สอง เป็นเวลา 30 นาที ร้อยละ 93 สามารถเห็นภาพหัวใจห้องและภาพหลอดเลือดออกจากหัวใจได้ ร้อยละ 4.2 มองไม่เห็น LVOT ร้อยละ 1.6 มองไม่เห็น RVOT และร้อยละ 1.3 มองไม่เห็นทั้ง LVOT และ RVOT

ในการตรวจหลอดเลือดออกจากหัวใจ อย่างน้อยจะต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าหลอดเลือดแดงใหญ่ที่ออกจากหัวใจห้องล่างซ้ายและขวา มีขนาดใกล้เคียงกัน หากมีขนาดแตกต่างกัน ควรตรวจประเมินเพิ่มเติม ในการประเมินหลอดเลือดแดงที่ออกจากหัวใจ ควรยืนยันสามประการ ดังนี้ ประการแรก ใน LVOT ปกติ หลอดเลือดแดงใหญ่แรกออกจากหัวใจห้องล่างซ้ายและผนังด้านหน้าต่อเนื่องกับผนังกันห้องหัวใจ หลอดเลือดนี้ไม่แตกแขนง ซึ่งบ่งชี้ว่าเป็นหลอดเลือดแดงเออร์ตา ประการที่สอง ใน RVOT ปกติ หลอดเลือดแดงใหญ่ที่ออกจากหัวใจห้องล่างขวาคงแตกแขนง ซึ่งบ่งชี้ว่าเป็นหลอดเลือดแดงปอด ประการที่สาม หลอดเลือดแดงใหญ่ทั้งสองเส้นควรไขว้กัน (ถือว่าการไขว้กันตามปกติ)

นอกเหนือจากการดูหลอดเลือดออกจากหัวใจแล้ว ควรมีการดู 3VV และ 3VTV ที่เกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิด เพื่อช่วยในการตรวจหาความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับหลอดเลือดที่ออกจากหัวใจ^(52, 54, 56, 89) aortic arch^(45, 54, 56, 90) และหลอดเลือดดำใหญ่ของร่างกาย⁽⁹¹⁾ ซึ่งรวมถึงหลอดเลือดดำ superior vena cava ข้างซ้ายที่อาจจะยังคงอยู่⁽⁹²⁻⁹⁴⁾ และความผิดปกติของต่อมไทมัส⁽⁹⁵⁻⁹⁷⁾ ความผิดปกติที่อาจตรวจพบ ได้แก่ ภาวะหลอดเลือดแดงใหญ่ของหัวใจสลับซ้าย (transposition of the great arteries) ภาวะ tetralogy of Fallot และการตีบของลิ้นหัวใจเออร์

ติก และลิ้นหัวใจพัลโมนารี การดู 3VTV ที่เอียงไปทางศีรษะมากขึ้น ช่วยให้สามารถประเมินตำแหน่งของ aortic arch และ ductus arteriosus รวมถึงตำแหน่งที่สัมพันธ์กับท่อลมได้ละเอียดมากขึ้น⁽⁵⁵⁾ ซึ่งมีประโยชน์อย่างยิ่งในการตรวจหาความผิดปกติของ aortic arch เช่น ภาวะ coarctation of the aorta ภาวะ vascular ring และภาวะ aberrant right subclavian artery⁽⁹⁸⁾

เทคนิคการตรวจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (Sonographic technique)

การกวาดตามขวางโดยเลื่อนหัวตรวจไปทางศีรษะจากภาพหัวใจสี่ห้องไปยังทรวงอกส่วนบน ช่วยให้ประเมินโครงสร้างหัวใจและให้ภาพที่จำเป็นในการตรวจสอบความปกติของหลอดเลือดที่ออกจากหัวใจตามลำดับ ดังนี้คือ ภาพ LVOT และ RVOT ภาพ 3VV และ ภาพ 3VTV⁽⁹⁹⁾ (รูปที่ 1 และ 2) (แนวปฏิบัติที่ดี) โดยทั่วไป จะสามารถตรวจได้ภาพเหล่านี้ค่อนข้างง่าย แต่หากท่าของทารกในครรภ์ไม่เอื้ออำนวย อาจต้องใช้เวลาในการตรวจเพิ่มเติมหรือนัดตรวจครั้งที่สองต่อไป

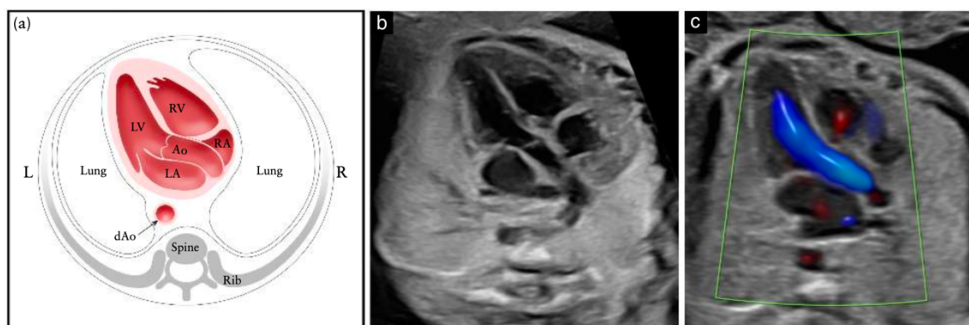
โดยทั่วไป ภาพหลอดเลือดออกจากหัวใจได้มาจากการเลื่อนหัวตรวจไปทางศีรษะของทารกในครรภ์แบบขนาน (เทคนิคการกวาด) พร้อมกับการปรับมุมของคลื่นเสียงเล็กน้อย โดยเริ่มจากภาพหัวใจสี่ห้อง เพื่อให้เห็นการไขว้กันตามปกติของหลอดเลือดแดงเอออร์ตาและหลอดเลือดแดงปอดที่จุดเริ่มต้น โดยจะเห็นรายละเอียดของการแตกแขนงของหลอดเลือดแดงปอด อีกทางเลือกหนึ่งสำหรับวิธีการประเมินหลอดเลือดออกจากหัวใจทารกในครรภ์ คือ การใช้เทคนิคการหมุน⁽⁴³⁾ เริ่มต้นจากภาพหัวใจสี่ห้อง แล้วหมุนหัวตรวจไปทางไหล่ขวาของทารก เทคนิคนี้อาจต้องใช้ทักษะมากกว่าเล็กน้อย โดยทำได้ง่ายขึ้นเมื่อผนังกันห้องหัวใจตั้งฉากกับลำแสงคลื่นเสียงความถี่สูง ซึ่งจะช่วยให้ประสิทธิภาพการมองเห็น LVOT โดยเฉพาะส่วนทางออกของผนังกันที่ต่อเนื่องกับผนังด้านหน้าของหลอดเลือดแดงเอออร์ตา และหลอดเลือดแดงเอออร์ตาส่วนขึ้น (ascending aorta) สำหรับทั้งสองเทคนิค เมื่อได้ภาพ LVOT แล้ว ให้ปรับหมุนหัวตรวจไปทางศีรษะจนกระทั่งสังเกตเห็นหลอดเลือดแดงปอดในทิศทางที่เกือบตั้งฉากกับ

หลอดเลือดแดงเออร์ตา ในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง RVOT และ LVOT แนะนำให้ใช้คลิปวิดีโอทัศน์มากกว่าภาพนิ่ง

ภาพ 3VV และ 3VTV เป็นภาพเพิ่มเติมของหลอดเลือดแดงเออร์ตาและหลอดเลือดแดงปอด และแสดงความสัมพันธ์กับหลอดเลือดดำ superior vena cava และท่อนม ภาพเหล่านี้สามารถหาได้โดยการเลื่อนหัวตรวจไปทางศีรษะของทารกเพิ่มเติมจาก RVOT พร้อมกับการปรับมุมของคลื่นเสียงเล็กน้อยเพื่อให้ได้ความละเอียดที่ดีที่สุดสำหรับโครงสร้างต่างๆ ในแต่ละภาพ ที่ระดับนี้ยังสามารถเห็น ductal arch และ aortic arch ในแนวขวางได้⁽⁵²⁻⁵⁵⁾

ภาพหลอดเลือดออกจากหัวใจห้องล่างซ้าย (Left ventricular outflow-tract (LVOT) view)

ภาพ LVOT ใช้ในการตรวจดูหลอดเลือดแดงเออร์ตาที่มาจากหัวใจห้องล่างซ้าย (รูปที่ 6) ซึ่งเป็นตำแหน่งกึ่งกลางของหัวใจ ควรบันทึกความต่อเนื่องระหว่างผนังกันห้องหัวใจและผนังด้านหน้าของหลอดเลือดนี้ เพื่อแสดงความสมบูรณ์ของผนังกันทางออก อย่างไรก็ตาม ในการยืนยันว่าหลอดเลือดนี้เป็นหลอดเลือดแดงเออร์ตา จะต้องเห็นว่าการแตกแขนงของหลอดเลือดที่ไปเลี้ยงศีรษะและคอที่มาจากหลอดเลือดนี้เท่านั้น ลิ้นหัวใจเออ์ตติก ควรเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระและไม่ควรหนาตัว ในการตรวจ สามารถติดตามหลอดเลือดแดงเออร์ตาไปยัง aortic arch ซึ่งมีหลอดเลือดแดงสามเส้นแยกออกไปยังคอ อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบัน ภาพแนว sagittal ของ aortic arch และ ductal arch รวมถึงการประเมินหลอดเลือดที่คอ ไม่ถือเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจคัดกรองหัวใจตามปกติ (รูปที่ S1) ภาพ LVOT ช่วยระบุรอยรั่วที่ผนังกันห้องหัวใจบริเวณทางออก และความผิดปกติของ conotruncal รวมถึงลิ้นหัวใจเออ์ตติกที่ไม่สามารถมองเห็นได้ในภาพหัวใจสี่ห้อง



รูปที่ 6 แผนภาพเชิงแผนผัง (a) และภาพคลื่นเสียงความถี่สูงสเกลสีเทา (b) และภาพคลื่นเสียงความถี่สูงดอปเพลอร์สี (c) ที่สอดคล้องกันของภาพทางออกของหัวใจห้องล่างซ้ายที่ถ่ายจากมุมยอดหัวใจ ภาพนี้แสดงหลอดเลือดที่เชื่อมต่อกับหัวใจห้องล่างซ้าย (LV) ซึ่งในหัวใจทารกปกติ คือช่วงต้นของหลอดเลือดแดงเอออร์ตา (Ao) สิ่งสำคัญคือ ความต่อเนื่องระหว่างผนังกันระหว่างหัวใจห้องล่างและผนังด้านหน้าของหลอดเลือดนี้ ลิ้นหัวใจเอออร์ติกไม่ควรหนาตัวและควรเปิดได้อย่างอิสระ (c) ภาพคลื่นเสียงความถี่สูงดอปเพลอร์สี ในระหว่างการบีบตัวของหัวใจ แสดงการไหลของเลือดผ่าน Ao ตามแนวความต่อเนื่องของผนังกันห้องหัวใจและหลอดเลือดแดงเอออร์ตา

dAo = หลอดเลือดแดงเอออร์ตาส่วนลง; L = ซ้าย; LA = หัวใจห้องบนซ้าย; R = ขวา; RA = หัวใจห้องบนขวา; RV = หัวใจห้องล่างขวา

ภาพหลอดเลือดออกจากหัวใจห้องล่างขวา (Right ventricular outflow-tract (RVOT) view), ภาพหลอดเลือดสามเส้น (Three-vessel view (3VV)) และภาพหลอดเลือดสามเส้นและท่อลม (Three-vessel-and-trachea view (3VTV))

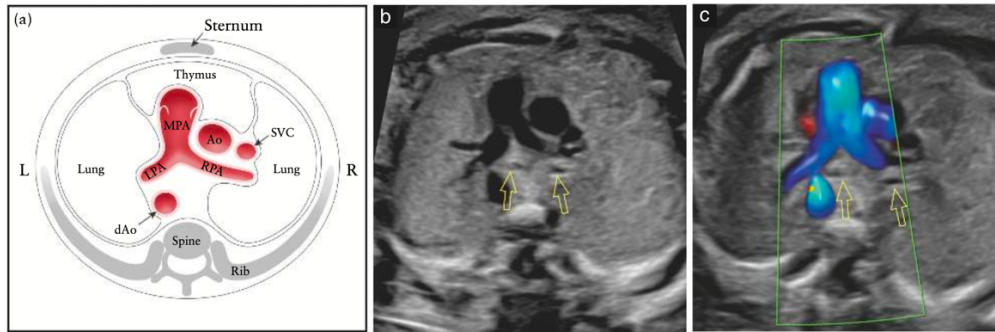
การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างต่างๆ ในภาพ RVOT 3VV และ 3VTV (รูปที่ 7-9) เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการอธิบายความบกพร่องของหัวใจหลายประการ แม้ว่าเดิมที่จะอธิบายเป็นภาพนิ่ง แต่ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับแล้วว่า ลักษณะที่ปรากฏในระนาบแนวขวางของ RVOT แขนงหลอดเลือดแดงปอด ductal arch และ aortic arch เป็นภาพที่มีความต่อเนื่องกัน ซึ่งอาจแตกต่างกันเล็กน้อยในการตรวจแต่ละครั้ง ขึ้นอยู่กับการวางแนวของหัวตรวจ ท่าของทารกในครรภ์ และระนาบที่จับภาพได้ในภาพนิ่ง (รูปที่ 8) การประเมินโครงสร้างดังกล่าว ในขณะตรวจ หรือประเมินจากภาพเคลื่อนไหว (cine-loop) มีแนวโน้มที่จะน่าเชื่อถือกว่า การประเมินจากภาพนิ่งเพียงอย่างเดียว⁽⁶⁾

ภาพหลอดเลือดออกจากหัวใจห้องล่างขวา (RVOT) ใช้ในการตรวจดูหลอดเลือดแดงปอดที่ออกมาจากหัวใจห้องล่างขวา (รูปที่ 7 และ 8) ซึ่งมีการแตกแขนง ลึ้นหัวใจพัลโมนารีควรเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระและไม่ควรหนาตัว หลอดเลือดแดงปอดปกติมีทิศทางไปทางด้านซ้ายของหลอดเลือดแดงเออร์ตาส่วนขึ้น ที่อยู่ค่อนข้างด้านหลัง ซึ่งมองเห็นเป็นภาพตัดขวาง โดยทั่วไป หลอดเลือดแดงปอดของทารกในครรภ์ มีขนาดใหญ่กว่าหลอดเลือดแดงเออร์ตาส่วนขึ้นเล็กน้อย และจะไขว้กับหลอดเลือดแดงเออร์ตาส่วนขึ้นทางด้านหน้าและด้านบนของทางออกของหัวใจห้องล่างซ้าย (LVOT) เกือบเป็นมุมฉาก ในระดับนี้ จะสามารถเห็นหลอดเลือดดำ superior vena cava ได้ทางด้านขวาของหลอดเลือดแดงเออร์ตา

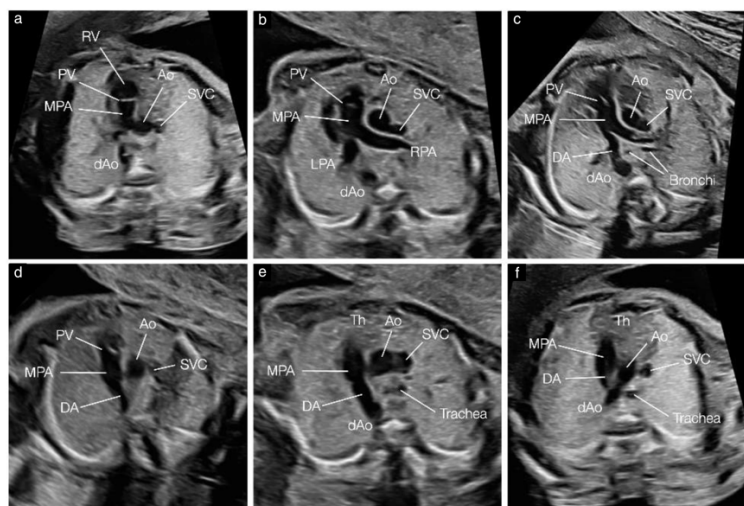
แต่เดิม ภาพ 3VV และ 3VTV ช่วยเสริมภาพหัวใจสี่ห้อง โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มความไวของการตรวจคัดกรองหัวใจ Yoo และคณะ⁽⁵²⁾ ได้อธิบายภาพ 3VV เพื่อประเมินหลอดเลือดแดงปอด หลอดเลือดแดงเออร์ตาส่วนขึ้น และหลอดเลือดดำ superior vena cava และขนาดและความสัมพันธ์ของหลอดเลือดเหล่านี้ (รูปที่ 8) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการประเมินจำนวน ขนาด การเรียงตัว และการจัดเรียงของหลอดเลือด โดยการเรียงตัวของหลอดเลือดจากซ้ายไปขวา คือ หลอดเลือดแดงปอด หลอดเลือดแดงเออร์ตา และหลอดเลือดดำ superior vena cava หลอดเลือดแดงปอดเป็นหลอดเลือดที่อยู่ด้านหน้าสุดและหลอดเลือดดำ superior vena cava อยู่ด้านหลังสุด เมื่อเปรียบเทียบกับ เส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดเลือดเหล่านี้ควรลดลงจากซ้ายไปขวา ความผิดปกติที่ดูปกติในภาพหัวใจสี่ห้อง แต่มักจะผิดปกติในภาพ 3VV เช่น ภาวะหลอดเลือดแดงใหญ่ของหัวใจสลับซ้ายแบบสมบูรณ์ (complete transposition of the great arteries) ภาวะ tetralogy of Fallot ภาวะหัวใจห้องล่างขวาออกสองทาง (double outlet right ventricle) ภาวะหลอดเลือดแดงใหญ่ร่วม (common arterial trunk) และภาวะหลอดเลือดแดงปอดตีตันร่วมกับรอยรั่วที่ผนังกันห้องหัวใจ (pulmonary atresia with ventricular septal defect)^(100, 101)

ต่อมา Yagel และคณะ⁽⁵⁵⁾ ได้อธิบายภาพ 3VTV ซึ่งเป็นภาพที่อยู่ก่อนไปทางศีรษะของทารกในครรภ์เมื่อเทียบกับภาพ 3V ซึ่งมองเห็น aortic arch ในแนวขวาง และความสัมพันธ์กับท่อนลม (รูปที่ 9) ภาพนี้ประกอบด้วยระนาบแนวขวางที่เอียงเล็กน้อยซึ่งแสดงให้เห็นหลอดเลือดแดงปอดหลัก (main pulmonary artery) ที่เชื่อมต่อโดยตรงกับ ductus arteriosus แนวขวางของ aortic arch ปกติจะอยู่ทางด้านขวาของหลอดเลือดแดงปอดหลักและ ductal arch สำหรับท่อนลมของทารกในครรภ์ จะเห็นเป็นวงแหวนลักษณะ hyperechogenic ที่ล้อมรอบพื้นที่ที่เป็นวงของหลอดเลือดเล็ก ส่วน ductus arteriosus และ aortic arch จะมีทิศทางไปทางด้านซ้ายของท่อนลมและทำมุมแหลม (เป็นรูปตัว V) โดยปกติ จะสามารถเห็นหลอดเลือดดำ superior vena cava ข้างขวาและต่อมไทมัสได้ในระนาบนี้ จากการที่ aortic arch อยู่ก่อนไปทางด้านบนเมื่อเทียบกับ ductal arch ดังนั้น การที่จะเห็น aortic arch และ ductal arch อยู่ในภาพเดียวกัน จะต้องมีการปรับหัวตรวจจากระนาบแนวขวางเล็กน้อย ภาพ 3VTV จะช่วยให้สามารถตรวจพบความผิดปกติ เช่น ภาวะการตีบแคบของหลอดเลือดแดงเอออร์ตา (coarctation of the aorta) ภาวะ aortic arch โค้งไปทางขวา (right aortic arch) และภาวะ aortic arch คู่ (double aortic arch)

การวินิจฉัยความผิดปกติจากภาพ 3V และ 3VTV อาจมีประโยชน์สำหรับการให้ข้อมูลในการให้คำปรึกษาและการดูแลรักษา (เช่น การมีข้อบ่งชี้ในการตรวจวินิจฉัยก่อนคลอดสำหรับความผิดปกติ microdeletion 22q11) ซึ่งมีผลต่อการวางแผนสถานที่คลอด (เช่น ภาวะหลอดเลือดแดงใหญ่ของหัวใจกลับซ้าย) และการดูแลในช่วงแรกคลอด (เช่น ความจำเป็นในการให้ยา prostaglandin) รวมถึงช่วยให้คาดการณ์ปัญหาทางเดินหายใจที่อาจเกิดขึ้นจากการกดของหลอดเลือด⁽¹⁰²⁾



รูปที่ 7 แผนภาพเชิงแผนผัง (a) และภาพคลื่นเสียงความถี่สูงสเกลสีเทา (b) และภาพคลื่นเสียงความถี่สูงดอปเพลอร์สี (c) ที่สอดคล้องกันของภาพทางออกของหัวใจห้องล่างขวา ซึ่งสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับภาพหลอดเลือดสามเส้น ภาพนี้แสดงให้เห็นว่า ไม่เพียงแต่หลอดเลือดแดงปอดใหญ่ (MPA) ที่เชื่อมต่อกับหัวใจห้องล่างขวา แต่ยังรวมถึงหลอดเลือดแดงเอออร์ตาส่วนขึ้น (Ao) และหลอดเลือดดำ superior vena cava (SVC) ล้นหัวใจพัลโมนารีไม่ควรหนาตัวและควรเปิดได้อย่างอิสระ MPA มีการแยกออกเป็นหลอดเลือดปอดทั้งสองข้าง (หลอดเลือดแดงปอดซ้าย (LPA) และขวา (RPA)) สิ่งสำคัญคือต้องสังเกตตำแหน่งและการเรียงตัวที่ถูกต้องของหลอดเลือดทั้งสาม รวมถึงขนาดสัมพัทธ์ของหลอดเลือดเหล่านั้น MPA ซึ่งอยู่ทางด้านซ้าย มีขนาดใหญ่ที่สุดในสามหลอดเลือดและอยู่ด้านหน้าสุด ในขณะที่ SVC มีขนาดเล็กที่สุดและอยู่ด้านหลังสุด ใน (b) และ (c) สามารถมองเห็นแขนงหลอดเลือด (ลูกศรเปิด) ใน (c) คลื่นเสียงความถี่สูงดอปเพลอร์สีแสดง MPA ในระหว่างการบีบตัวของหัวใจ พร้อมกับการแยกออกเป็น LPA และ RPA ต่อมาโคม่าจะเป็นบริเวณที่มีความทึบเสียงต่ำ อยู่ระหว่างหลอดเลือดและผนังทรวงอกด้านหน้า dAo = หลอดเลือดแดงเอออร์ตาส่วนลง; L = ซ้าย; R = ขวา

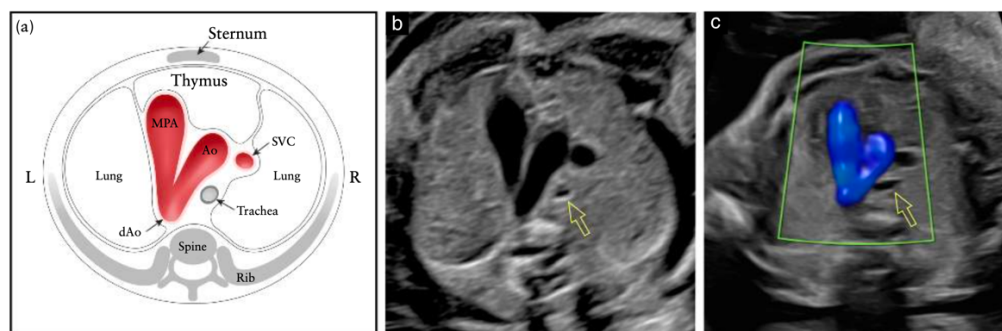


รูปที่ 8 แสดงภาพที่แตกต่างกันของภาพหลอดเลือดออกจากหัวใจห้องล่างขวาและภาพหลอดเลือดสามเส้น ภาพ (a) แสดงหัวใจห้องล่างขวา (RV) พร้อมกับลิ้นหัวใจพัลโมนารี (PV) และหลอดเลือดแดงปอดใหญ่ (MPA) พร้อมกับหลอดเลือดแดงเอออร์ตาส่วนขึ้น (Ao) และหลอดเลือดดำ superior vena cava (SVC) ภาพ (b) เป็นระนาบที่อยู่สูงขึ้นเล็กน้อย แสดงการแยกแขนงของ MPA ไปยังหลอดเลือดแดงปอดซ้าย (LPA) และขวา (RPA) ภาพ (c) เป็นระนาบที่สูงขึ้นไปอีก แสดงให้เห็นความต่อเนื่องของ MPA กับ ductus arteriosus (DA) ในตำแหน่งที่เป็นส่วนโค้ง

ภาพ (d) แสดงให้เห็น DA พร้อมกับ PV ในขณะที่ภาพ (e) แสดงให้เห็น DA ในระนาบที่สูงขึ้น โดยไม่มี PV และเริ่มเห็นต่อมไทมัส (Th) และท่อนม ซึ่งในระนาบที่ต่ำกว่า (c) จะสามารถเห็นท่อนมได้

ภาพ (f) ภาพหลอดเลือดสามเส้นและท่อนม แสดงให้เห็นทั้ง aortic arch และ ductal arch ไปทางด้านซ้ายของท่อนม และ Th อยู่ด้านหน้าของหลอดเลือดใหญ่เหล่านี้

dAo = หลอดเลือดแดงเออร์ตาส่วนลง



รูปที่ 9 แผนภาพเชิงแผนผัง (a) ภาพคลื่นเสียงความถี่สูงสเกลสีเทา (b) และภาพคลื่นเสียงความถี่สูงดอปเพลอร์สี (c) ที่สอดคล้องกันของภาพหลอดเลือดสามเส้นและท่อนม ในหัวใจทารกปกติ ทั้ง aortic arch (Ao) และ ductal arch ซึ่งขยายจากหลอดเลือดแดงปอดใหญ่ (MPA) ไปยังหลอดเลือดแดงเออร์ตาส่วนลง (dAo) จะอยู่ทางด้านซ้ายของท่อนม ในรูปแบบตัว 'V'

ภาพ (b) และ (c) แสดงความสัมพันธ์ของ Ao ตามขวางกับท่อนม (ลูกศรเปิด)

ภาพ (c) คลื่นเสียงความถี่สูงดอปเพลอร์สีในช่วงการบีบตัวของหัวใจ แสดงการไหลไปข้างหน้าของเลือดใน ductal arch และ Ao ต่อมไทมัสจะเป็นบริเวณที่มีความทึบเสียงต่ำ อยู่ระหว่างหลอดเลือดและผนังทรวงอกด้านหน้า

L = ซ้าย; R = ขวา; SVC = หลอดเลือดดำ superior vena cava

การตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงดอปเพลอร์สี (COLOR FLOW DOPPLER ULTRASOUND)

แม้ว่าการตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงดอปเพลอร์สีจะไม่ถือว่าเป็นข้อบังคับในแนวทางปฏิบัติเหล่านี้ แต่ขอแนะนำให้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้งานและเพิ่มเข้าไปในการตรวจคัดกรองตามปกติ⁽¹⁰³⁾ การดูแลตำแหน่งการไหลเวียนของเลือดจากคลื่นเสียงความถี่สูงดอปเพลอร์สี เป็นส่วนสำคัญของการตรวจหัวใจทารกในครรภ์ และมีบทบาทในการวินิจฉัยความผิดปกติของหัวใจทารกในครรภ์ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในช่วงการคัดกรองตามปกติได้ หากแพทย์ผู้ตรวจมีความเชี่ยวชาญในการใช้งาน ในหัวใจของทารกในครรภ์ปกติ คลื่นเสียงความถี่สูงดอปเพลอร์สี จะแสดงไหลเวียนของเลือดไปข้างหน้าผ่านลิ้นหัวใจ atrioventricular และ semilunar และหลอดเลือดแดงใหญ่

นอกจากนี้ยังอาจช่วยในการดูโครงสร้างต่างๆ ของหัวใจ เช่น การไหลเวียนของเลือดในหลอดเลือดแดงเออร์ตา และ ductal arch ซึ่งช่วยในการระบุ 'V-sign' รวมถึงเน้นรูปแบบการไหลเวียนของเลือดที่ผิดปกติ เช่น การไหลเวียนย้อนกลับของเลือดผ่านลิ้นหัวใจ atrioventricular และการไหลเวียนย้อนกลับของเลือดใน ductus arteriosus และ aortic arch นอกจากนี้ยังอาจเป็นวิธีการตรวจที่มีประโยชน์ในสตรีตั้งครรภ์ที่อ้วน^(104, 105) และอาจช่วยเพิ่มอัตราการตรวจพบความผิดปกติที่สำคัญของหัวใจทารกในครรภ์ที่มีความเสี่ยงต่ำ^(47, 106)

ในการตั้งค่าในการตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงดอปเพลอร์สีที่เหมาะสม ควรปรับขนาดกล่องสีให้มีขนาดแคบและวางอยู่เหนือบริเวณที่สนใจสำหรับการประเมินเท่านั้น แทนที่จะครอบคลุมภาพสองมิติของหัวใจทั้งหมด การจำกัดกล่องสีไว้เฉพาะบริเวณที่สนใจ จะเพิ่มประสิทธิภาพอัตราเฟรมและคุณภาพของภาพสี ซึ่งจะช่วยให้แสดงการไหลเวียนของเลือดผ่านลิ้นหัวใจและหลอดเลือดได้ โดยไม่มีภาพกระตุกหรือความล่าช้าในขณะตรวจ ในระหว่างการตรวจคัดกรองในไตรมาสที่สอง ควรตั้งค่ามาตราส่วนความเร็วของการไหลเวียนของสีไว้ที่ประมาณ 50–70 ซม./วินาที สำหรับโครงสร้างและหลอดเลือดในหัวใจ ซึ่งการตั้งค่านี้และความคงอยู่ของการไหลเวียนของสีต่ำ (low color flow persistence) มักจะรวมอยู่ในค่าที่ตั้งไว้ล่วงหน้าสำหรับการตรวจหัวใจทารกในครรภ์ อย่างไรก็ตาม ควรตั้งค่ามาตราส่วนความเร็วให้ต่ำลง หากต้องการตรวจสอบโครงสร้างหลอดเลือดดำ (ประมาณ 15–25 ซม./วินาที) (รูปที่ S2)

การตรวจหัวใจทารกในครรภ์ด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (FETAL ECHOCARDIOGRAPHY)

ทารกในครรภ์ที่ได้รับการระบุว่ามีความผิดปกติ หรือสงสัยว่ามีความผิดปกติในการตรวจคัดกรองหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงตามปกติ ควรได้รับการตรวจหัวใจทารกในครรภ์ด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง^(5, 6) (แนวปฏิบัติที่ดี) สำหรับทารกในครรภ์ที่มีปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญต่อความผิดปกติของหัวใจแต่กำเนิด เช่น เมื่อความเสี่ยงสูงกว่าประชากรทั่วไป การตรวจหัวใจทารกในครรภ์ด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงก็มีข้อบ่งชี้ นอกเหนือจากการตรวจคัดกรอง

หัวใจตามปกติ ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ทรัพยากรในท้องถิ่น สถานพยาบาล ความพร้อมของผู้ตรวจ และผลการตรวจคัดกรอง (แนวปฏิบัติที่ดี) อย่างไรก็ตาม มีทารกจำนวนมากที่มีความผิดปกติของหัวใจแต่กำเนิด ที่ตรวจพบได้ก่อนคลอด เป็นผู้ที่ไม่มีปัจจัยเสี่ยงหรือความผิดปกติของอวัยวะอื่นๆ ดังนั้น การตรวจคัดกรองที่มีคุณภาพ ร่วมกับการส่งต่ออย่างทันท่วงทีหากพบความผิดปกติ จึงเป็นสิ่งสำคัญ

บุคลากรทางการแพทย์ควรทราบข้อบ่งชี้สำหรับการส่งต่อเพื่อประเมินหัวใจอย่างครอบคลุมโดยการตรวจหัวใจทารกในครรภ์ด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง^(5, 6, 107) แม้ว่าการประมาณความเสี่ยงที่แม่นยำจะอยู่นอกเหนือขอบเขตของแนวทางปฏิบัตินี้ก็ตาม ตารางที่ 2 แสดงภาวะที่เพิ่มความเสี่ยงต่อโรคหัวใจพิการแต่กำเนิด⁽⁶⁾ ตัวอย่างเช่น ความหนาของ nuchal translucency ตั้งแต่ 3.5 มม. ขึ้นไป ที่อายุครรภ์ 11 ถึง 14 สัปดาห์ ถือเป็นข้อบ่งชี้สำหรับการประเมินหัวใจโดยละเอียด⁽¹⁰⁸⁻¹¹⁰⁾ แม้ว่าค่าดังกล่าวจะกลับมาปกติในเวลาต่อมา

การตรวจหัวใจทารกในครรภ์ด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง ควรดำเนินการโดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญที่ได้รับการฝึกอบรมซึ่งคุ้นเคยกับการวินิจฉัยก่อนคลอดสำหรับความผิดปกติของหัวใจแต่กำเนิด การตรวจติดตามในระยะหลังคลอด การดูแลรักษา และการพยากรณ์โรค⁽³⁾ โดยมีวัตถุประสงค์ คือ การประเมินหัวใจทารกในครรภ์อย่างครอบคลุม และหากพบความผิดปกติ ควรให้คำปรึกษาแก่คู่สามีภรรยาเกี่ยวกับการวินิจฉัย ผลกระทบและผลลัพธ์ในระยะยาว และหารือเกี่ยวกับทางเลือกในการดูแล การให้คำปรึกษาก่อนคลอดหลังจากตรวจพบโรคหัวใจพิการแต่กำเนิด ควรคำนึงถึงความทุกข์ทางจิตใจของมารดาจากการตรวจพบความผิดปกติของหัวใจแต่กำเนิดของทารกในครรภ์⁽¹¹¹⁾

การประกันคุณภาพ (QUALITY ASSURANCE)

ในการประเมินคุณภาพ สิ่งสำคัญคือต้องตรวจสอบด้านต่างๆ ของการตรวจคัดกรองหัวใจ เพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลครบถ้วน รวมถึงคุณภาพของภาพ การได้มาซึ่งภาพในระนาบต่างๆ ตามมาตรฐาน การแปลผลของภาพ และการลงผลการตรวจที่ครบถ้วนในเอกสาร^(112, 113)

ประสิทธิภาพทางเทคนิคที่ดีขึ้นอยู่กับการตั้งค่าการตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงที่เหมาะสม รวมถึงการใช้ค่าที่ตั้งไว้ล่วงหน้าของหัวใจและการขยายภาพที่เหมาะสม ซึ่งจะช่วยปรับปรุงคุณภาพของภาพและอำนวยความสะดวกให้แพทย์ผู้ปฏิบัติงานสามารถจดจำตำแหน่งที่สำคัญในระนาบการสแกนที่แนะนำต่างๆ ได้อย่างชัดเจน หากใช้คลื่นเสียงความถี่สูงดอปเพลอร์สี ควรปรับการตั้งค่าให้เหมาะสมและตั้งค่ามาตราส่วนความเร็วตามโครงสร้างที่ต้องการตรวจ (รูปที่ S1 และ S2) จากการศึกษาแบบย้อนหลังเกี่ยวกับการตรวจไม่พบความผิดปกติของหัวใจทารกในครรภ์ในระยะก่อนคลอด แสดงให้เห็นว่า ร้อยละ 50 ของความผิดปกติของหัวใจทารกในครรภ์ที่ตรวจไม่พบในระยะก่อนคลอด เกิดจากเทคนิคในการตรวจที่ไม่ได้ภาพที่มีคุณภาพเหมาะสม⁽²³⁾ อย่างไรก็ตาม อีกร้อยละ 31 เกิดจากความล้มเหลวของแพทย์ผู้ตรวจที่ไม่สามารถวินิจฉัยโครงสร้างของหัวใจที่ผิดปกติในภาพที่เหมาะสมทางเทคนิค

การประเมินคุณภาพอย่างต่อเนื่องเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงทางสูติศาสตร์ และการตรวจคัดกรองหัวใจทารกในครรภ์ แนะนำให้ใช้นโยบายการตรวจสอบตามเกณฑ์คุณภาพที่กำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับการแปลผลและการให้คะแนนภาพนิ่งหรือคลิปเป็นเครื่องมือสำคัญ ซึ่งอาจช่วยลดจำนวนข้อผิดพลาดในการวินิจฉัยก่อนคลอด และช่วยเพิ่มอัตราการตรวจพบความผิดปกติของหัวใจทารกในครรภ์⁽¹¹⁴⁻¹¹⁷⁾ ISUOG สนับสนุนให้สถานพยาบาลแต่ละแห่งตรวจสอบอัตราการตรวจพบและความแม่นยำในการวินิจฉัยความผิดปกติของหัวใจทารกในครรภ์ในแต่ละท้องถิ่นเป็นประจำทุกปี รวมถึงการให้การฝึกอบรมเพิ่มเติมตามความจำเป็น

การตรวจคัดกรองหัวใจทารกในครรภ์ระยะแรก (EARLY FETAL CARDIAC SCREENING)

การตรวจคัดกรองความผิดปกติของหัวใจทารกในครรภ์ในไตรมาสแรก ถือว่ามีประสิทธิภาพในประชากรที่มีความเสี่ยงต่ำ⁽¹¹⁸⁾ อย่างไรก็ตาม การตรวจคัดกรองนี้ไม่ได้เป็นการตรวจที่ทำกันเป็นปกติและไม่ถือว่าเป็นข้อบังคับในประเทศหรือสถาบันที่สามารถตรวจได้ การตรวจคัดกรองในระยะแรกสามารถดำเนินการได้ในขณะที่ทำการตรวจประเมิน nuchal translucency โดยข้อกำหนดขั้นต่ำสำหรับการตรวจคัดกรองในระยะแรก ได้แก่ การตรวจพบหัวใจภายในทรวงอกและจังหวะการเต้นของหัวใจที่ปกติ⁽³⁹⁾ ทั้งนี้ ควรคำนึงว่า เนื่องจากหัวใจทารกในครรภ์ในระยะแรกมีขนาดเล็ก อัตราความสำเร็จของการมองเห็นโครงสร้างหัวใจโดยละเอียดจะสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังจากอายุครรภ์ 12 สัปดาห์ 3 วัน^(36, 119, 120)

แม้ว่าการตรวจด้วยหัวตรวจทางช่องคลอดอาจใช้ได้ใน การตรวจคัดกรองในระยะแรก แต่โดยทั่วไป จะแนะนำให้ใช้หัวตรวจทางหน้าท้องที่มีความถี่สูง เนื่องจากมีความละเอียดสูงกว่า ซึ่งควรตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงแบบสเกลสีเท่าร่วมกับการตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงดอปเพลอร์สีและ/หรือ เพาเวอร์ดอปเพลอร์ (power Doppler) ที่มีคุณภาพสูง (การดูการไหลเวียนแบบสองทิศทาง (bidirectional flow mapping)) การตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงดอปเพลอร์สีและเพาเวอร์ดอปเพลอร์ จะช่วยเพิ่มการมองเห็นการไหลเวียนของเลือดผ่านโครงสร้างขนาดเล็กของหัวใจทารกในครรภ์ในช่วงไตรมาสแรก เมื่อคำนึงถึงความปลอดภัย ควรใช้คลื่นเสียงความถี่สูงดอปเพลอร์สำหรับการตรวจคัดกรองภาพหัวใจห้องและ 3VTV ค่าเฉลี่ยด้านความปลอดภัยล่าสุดของ ISUOG แนะนำว่า สามารถตรวจคลื่นเสียงความถี่สูงดอปเพลอร์รูปแบบต่างๆ ได้ตามปกติระหว่างอายุครรภ์ 11 ถึง 13 สัปดาห์ 6 วัน สำหรับข้อบ่งชี้ทางคลินิกบางประการ รวมถึงการตรวจคัดกรองความผิดปกติของหัวใจทารกในครรภ์ อย่างไรก็ตาม สิ่งสำคัญคือต้องสังเกตดัชนีความร้อน (thermal index) ที่แสดง ซึ่งไม่ควรเกิน 1.0 และระยะเวลาการสัมผัสควรสั้นที่สุด (โดยปกติไม่เกิน 5–10 นาที)⁽¹²¹⁾

ในการตรวจคัดกรองหัวใจในระยะแรกโดยละเอียด แนะนำให้ตรวจดูสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้⁽³⁹⁾ (รูปที่ 10) (แนวปฏิบัติที่ดี)

(1) Situs สามารถตรวจได้จากภาพสแกนสีเทา เพื่อตรวจสอบตำแหน่งปกติของกระเพาะอาหารและหัวใจ ซึ่งทั้งสองควรอยู่ทางด้านซ้ายของทารกในครรภ์ สิ่งสำคัญคือต้องประเมินแกนหัวใจ เนื่องจากเป็นสิ่งที่แสดงถึงความผิดปกติทางโครงสร้างของหัวใจ⁽¹²²⁾

(2) ภาพหัวใจสี่ห้อง สามารถตรวจได้จากภาพสแกนสีเทา และภาพจากคลื่นเสียงความถี่สูงดอปเพลอร์สี และ/หรือเพอร์เออร์ดอปเพลอร์แบบสองทิศทาง ซึ่งควรเป็นภาพที่กระดูกสันหลังของทารกในครรภ์อยู่ทางด้านหลัง เพื่อให้เห็นเลือดเทเข้าหัวใจห้องล่างขวาและซ้ายอย่างชัดเจน

(3) 3VTV สามารถตรวจได้จากภาพจากคลื่นเสียงความถี่สูงดอปเพลอร์สี และ/หรือเพอร์เออร์ดอปเพลอร์แบบสองทิศทาง ซึ่งจะเห็น aortic arch และ ductal arch อยู่ทางด้านซ้าย

การมองเห็นทางออกของเลือดจากหัวใจห้องล่างซ้ายและขวาในระยะแรกนี้ มักเป็นเรื่องที่ทำหายและมีแนวโน้มที่จะวินิจฉัยผิดพลาดทั้งแบบผลลบปลอมและผลบวกปลอม ดังนั้น สำหรับการตรวจคัดกรองหัวใจระยะแรกในขณะทำการตรวจ nuchal translucency ควรตรวจดู situs ภาพหัวใจสี่ห้องและ 3VTV เป็นหลัก⁽¹²³⁾ ซึ่งหากสงสัยว่ามีความผิดปกติของหัวใจทารกในครรภ์จากการตรวจคัดกรองนี้ ควรส่งผู้ป่วยไปตรวจหัวใจทารกในครรภ์ระยะแรก (early fetal echocardiography)

ตารางที่ 2 ข้อบ่งชี้ทั่วไปสำหรับการตรวจหัวใจทารกในครรภ์ด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (fetal echocardiography)

ปัจจัยจากทารกในครรภ์

สงสัยความผิดปกติของโครงสร้างหัวใจ

ความผิดปกติภายนอกหัวใจของทารกในครรภ์ที่เกี่ยวข้องกับ CHD*

สงสัยความผิดปกติของการทำงานของหัวใจหรือภาวะหัวใจโต

ภาวะบวมน้ำในทารก (Hydrops fetalis)

ภาวะหัวใจเต้นเร็วในทารกอย่างต่อเนื่อง (อัตราการเต้นของหัวใจ ≥ 180 ครั้ง/นาที)

สงสัยภาวะหัวใจเต้นช้าหรือภาวะหัวใจเต้นช้าในทารกอย่างต่อเนื่อง (อัตราการเต้นของหัวใจ ≤ 110 ครั้ง/นาที)

ภาวะหัวใจเต้นผิดปกติจังหวะบ่อยครั้งหรืออย่างต่อเนื่อง

Nuchal translucency ≥ 3.5 มม.

ยืนยันหรือสงสัยความผิดปกติทางพันธุกรรม

การตั้งครรภ์แฝดรกเดี่ยว (monochorionic twinning)[†]

ปัจจัยจากสตรีตั้งครรภ์ หรือโรคทางพันธุกรรมในครอบครัว หรือการสัมผัสสิ่งแวดล้อม

ญาติสายตรงของทารกในครรภ์ที่เป็น CHD (พ่อแม่ พี่น้อง พี่น้องต่างบิดามารดา)

ญาติสายตรงหรือญาติลำดับที่สองที่มีโรคที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมแบบ Mendelian และมีประวัติอาการทางหัวใจในวัยเด็ก

เบาหวานก่อนตั้งครรภ์ โดยไม่คำนึงถึงระดับ HbA1c

มี Anti-Ro/SSA

Phenylketonuria (สถานะไม่ทราบ หรือระดับ phenylalanine ก่อนการปฏิสนธิ >10 มก./ดล.)

การสัมผัส Retinoid

ยืนยันการติดเชื้อในทารกในครรภ์ (TORCH และ parvovirus-B19)

ข้อบ่งชี้อื่นๆ ที่อาจนำมาพิจารณา

ญาติลำดับที่สองของทารกในครรภ์ที่เป็น CHD

เบาหวานขณะตั้งครรภ์ที่วินิจฉัยในไตรมาสแรกหรือต้นไตรมาสที่สอง

Nuchal translucency ระหว่าง 3.0 ถึง 3.4 มม.

การสัมผัสสารบางชนิดที่ทำให้เกิดความผิดปกติทางโครงสร้างของทารกในครรภ์ (เช่น paroxetine, carbamazepine, lithium, sodium valproate)

การปฏิสนธิโดย IVF รวมถึง ICSI

การใช้ ACE inhibitors (ยาลดความดันโลหิต)

ข้อควรพิจารณาอื่นๆ

แม้ว่ารายงานในอดีตอาจบ่งบอกเป็นอย่างอื่น แต่มีหลักฐานไม่เพียงพอที่จะแสดงให้เห็นว่าความเสี่ยงของ CHD สูงกว่าระดับพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญสำหรับปัจจัยบางประการของสตรีตั้งครรภ์และทารกในครรภ์ ได้แก่

ภาวะอ้วนของผู้ป่วย (BMI $\geq$ 35 กก./ตร.ม.)

การสัมผัสยารักษาภาวะซึมเศร้ากลุ่ม SSRI นอกเหนือจาก paroxetine

soft marker ของอวัยวะอื่นที่ไม่ใช่หัวใจ ที่เพิ่มความเสี่ยงของ aneuploidy

ระดับสารต่างๆ ในเลือดที่ผิดปกติ (เช่น ระดับ α -fetoprotein)

มีหลอดเลือดแดงสายสะดือเส้นเดียว โดยไม่มีความผิดปกติอื่นร่วมด้วย (isolated SUA)

เบาหวานขณะตั้งครรภ์ที่วินิจฉัยหลังไตรมาสที่สอง

การสัมผัส warfarin

การสัมผัสแอลกอฮอล์

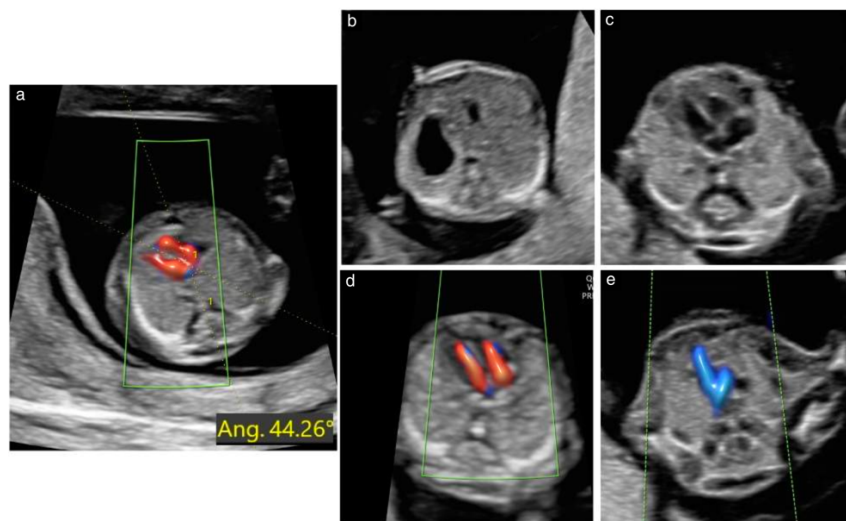
การตรวจพบ echogenic intracardiac focus

ใช้ก่อนคลอดหรือการติดเชื้อไวรัสที่มีเพียง seroconversion

CHD ในญาติที่ห่างไกลกว่าญาติลำดับที่สองของทารกในครรภ์

* ตัวอย่างเช่น exomphalos ใส่เลือนกะบังลมแต่กำเนิด สงสัยหลอดอาหารตีบตัน/การอุดตันของระบบทางเดินอาหาร⁽¹²⁴⁾

+ หากทรัพยากรเอื้ออำนวย (การตั้งครรภ์แฝดควรจะได้รับ การดูแลจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านเวชศาสตร์มารดาและทารกในครรภ์) ACE, angiotensin converting enzyme; anti-Ro/SSA, anti-Sjögren's-syndrome-related antigen-A; BMI, ดัชนีมวลกาย (body mass index); CHD, โรคหัวใจพิการแต่กำเนิด (congenital heart disease); HbA1c, hemoglobin A1c; ICSI, intracytoplasmic sperm injection; IVF, in-vitro fertilization; SSRI, selective serotonin reuptake inhibitor; SUA, หลอดเลือดแดงสายสะดือเส้นเดียว (single umbilical artery)



รูปที่ 10 การตรวจหัวใจในระยะแรกของการตั้งครรภ์ ควรเน้นที่ระนาบเหล่านี้ เช่นเดียวกับการตรวจในไตรมาสที่สอง:
 (a) การแสดงแกนหัวใจ, (b) ภาพช่องท้องพร้อมการแสดงกระเพาะอาหารทางด้านซ้าย, (c) ภาพหัวใจห้อง (สเกลลีเทอ), (d) ภาพหัวใจห้อง (ด็อบเปลอร์สี) ในช่วงการคลายตัวของหัวใจ และ (e) ภาพหลอดเลือดสามเส้นและท่อลม (ด็อบเปลอร์สี) ในช่วงการบีบตัวของหัวใจ

คณะผู้จัดทำแนวทางปฏิบัติ (GUIDELINE AUTHORS)

J. S. Carvalho, Royal Brompton Hospital, Guy's & St Thomas' NHS Foundation Trust; and Fetal Medicine Unit, St George's University Hospitals NHS Foundation Trust and Cardiovascular Clinical Academic Group, Molecular and Clinical Sciences Research Institute, St George's, University of London, London, UK

R. Axt-Fliedner, Division of Prenatal Medicine & Fetal Therapy, Department of Obstetrics & Gynecology, Justus-Liebig-University Giessen, University Hospital Giessen & Marburg, Giessen, Germany

R. Chaoui, Center of Prenatal Diagnosis and Human Genetics, Berlin, Germany

J. A. Copel, Departments of Obstetrics, Gynecology & Reproductive Sciences, and Pediatrics, Yale School of Medicine, New Haven, CT, USA

B. F. Cuneo, Children's Hospital Colorado, The Heart Institute, Aurora, CO, USA

D. Goff, Pediatric Cardiology of Houston and Loma Linda University School of Medicine, Houston, TX, USA

L. Gordin Kopylov, Obstetrical Unit, Shamir Medical Center (formerly Assaf Harofeh Medical Center), Zerifin, Israel; and Sackler Faculty of Medicine, Tel Aviv University, Tel Aviv, Israel

K. Hecher, Department of Obstetrics and Fetal Medicine, University Medical Center Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Germany

W. Lee, Department of Obstetrics and Gynecology, Baylor College of Medicine and Texas Children's Hospital, Houston, TX, USA

A. J. Moon-Grady, Clinical Pediatrics, UC San Francisco, San Francisco, CA, USA

H. A. Mousa, Fetal Medicine Unit, University of Leicester, Leicester, UK

H. Munoz, Obstetrics and Gynecology, Universidad de Chile and Clinica Las Condes, Santiago, Chile

D. Paladini, Fetal Medicine and Surgery Unit, IRCCS Istituto G. Gaslini, Genoa, Italy

F. Prefumo, Obstetrics and Gynecology Unit, IRCCS Istituto G. Gaslini, Genoa, Italy

E. Quarello, Image 2 Center, Obstetrics and Gynecologic Department, St Joseph Hospital, Marseille, France

J. Rychik, Fetal Heart Program at Children's Hospital of Philadelphia, and Perelman School of Medicine at University of Pennsylvania, Philadelphia, PA, USA

B. Tutschek, Pränatal Zentrarium, Zurich, Switzerland; and Medical Faculty, Heinrich Heine University, Düsseldorf, Germany

M. Wiecheć, Department of Gynecology and Obstetrics, Jagiellonian University in Krakow, Krakow, Poland

S. Yagel, Department of Obstetrics and Gynecology, Hadassah Medical Center, Mt. Scopus and the Faculty of Medicine, Hebrew University of Jerusalem, Jerusalem, Israel

การอ้างอิง (CITATION)

ควรมีการอ้างอิงแนวทางปฏิบัติดังนี้: “Carvalho JS, Axt-Fliedner R, Chaoui R, Copel JA, Cuneo BF, Goff D, Gordin Kopylov L, Hecher K, Lee W, Moon-Grady AJ, Mousa HA, Munoz H, Paladini D, Prefumo F, Quarello E, Rychik J, Tutschek B, Wiecheć M, Yagel S. ISUOG Practice Guidelines (updated): fetal cardiac screening. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2023; 61: 788–803.”

คำขอบคุณ (ACKNOWLEDGMENT)

คณะผู้จัดทำขอขอบคุณ Dr. Frantisek Grochal จาก Martin-Slovakia สำหรับเวลาและความเชี่ยวชาญในการจัดทำแผนภาพหัวใจสำหรับแนวทางปฏิบัติ

เอกสารอ้างอิง (REFERENCES)

1. 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(3):348-59.
2. De Groote K, Vanhie E, Roets E, Ramaekers P, De Wilde H, Panzer J, et al. Outcome after prenatal and postnatal diagnosis of complex congenital heart defects and the influence of genetic anomalies. *Prenat Diagn.* 2017;37(10):983-91.
3. Lee W, Allan L, Carvalho JS, Chaoui R, Copel J, Devore G, et al. ISUOG consensus statement: what constitutes a fetal echocardiogram? *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2008;32(2):239-42.
4. Rychik J, Ayres N, Cuneo B, Gotteiner N, Hornberger L, Spevak PJ, et al. American Society of Echocardiography guidelines and standards for performance of the fetal echocardiogram. *J Am Soc Echocardiogr.* 2004;17(7):803-10.
5. Donofrio MT, Moon-Grady AJ, Hornberger LK, Copel JA, Sklansky MS, Abuhamad A, et al. Diagnosis and treatment of fetal cardiac disease: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2014;129(21):2183-242.
6. AIUM Practice Parameter for the Performance of Fetal Echocardiography. *J Ultrasound Med.* 2020;39(1):E5-E16.
7. Liu Y, Chen S, Zuhlke L, Black GC, Choy MK, Li N, et al. Global birth prevalence of congenital heart defects 1970-2017: updated systematic review and meta-analysis of 260 studies. *Int J Epidemiol.* 2019;48(2):455-63.
8. Holland BJ, Myers JA, Woods CR, Jr. Prenatal diagnosis of critical congenital heart disease reduces risk of death from cardiovascular compromise prior to planned neonatal cardiac surgery: a meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2015;45(6):631-8.
9. 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(9):1269-73.
10. Franklin O, Burch M, Manning N, Sleeman K, Gould S, Archer N. Prenatal diagnosis of coarctation of the aorta improves survival and reduces morbidity. *Heart.* 2002;87(1):67-9.
11. Blyth M, Howe D, Gnanapragasam J, Wellesley D. The hidden mortality of transposition of the great arteries and survival advantage provided by prenatal diagnosis. *BJOG.* 2008;115(9):1096-100.
12. Kipps AK, Feuille C, Azakie A, Hoffman JI, Tabbutt S, Brook MM, et al. Prenatal diagnosis of hypoplastic left heart syndrome in current era. *Am J Cardiol.* 2011;108(3):421-7.
13. van Velzen CL, Haak MC, Reijnders G, Rijlaarsdam ME, Bax CJ, Pajkrt E, et al. Prenatal detection of transposition of the great arteries reduces mortality and morbidity. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2015;45(3):320-5.

14. van Velzen CL, Clur SA, Rijlaarsdam ME, Bax CJ, Pajkrt E, Heymans MW, et al. Prenatal detection of congenital heart disease--results of a national screening programme. *BJOG*. 2016;123(3):400-7.
15. 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(7):916-8.
16. Peyvandi S, De Santiago V, Chakkarapani E, Chau V, Campbell A, Poskitt KJ, et al. Association of Prenatal Diagnosis of Critical Congenital Heart Disease With Postnatal Brain Development and the Risk of Brain Injury. *JAMA Pediatr*. 2016;170(4):e154450.
17. Khoshnood B, Lelong N, Houyel L, Bonnet D, Ballon M, Jouannic JM, et al. Impact of prenatal diagnosis on survival of newborns with four congenital heart defects: a prospective, population-based cohort study in France (the EPICARD Study). *BMJ Open*. 2017;7(11):e018285.
18. Dolk H, Loane M, Garne E, European Surveillance of Congenital Anomalies Working G. Congenital heart defects in Europe: prevalence and perinatal mortality, 2000 to 2005. *Circulation*. 2011;123(8):841-9.
19. Quartermain MD, Pasquali SK, Hill KD, Goldberg DJ, Huhta JC, Jacobs JP, et al. Variation in Prenatal Diagnosis of Congenital Heart Disease in Infants. *Pediatrics*. 2015;136(2):e378-85.
20. Sharland GK, Allan LD. Screening for congenital heart disease prenatally. Results of a 2 1/2-year study in the South East Thames Region. *Br J Obstet Gynaecol*. 1992;99(3):220-5.
21. DeVore GR, Medearis AL, Bear MB, Horenstein J, Platt LD. Fetal echocardiography: factors that influence imaging of the fetal heart during the second trimester of pregnancy. *J Ultrasound Med*. 1993;12(11):659-63.
22. Tegnander E, Williams W, Johansen OJ, Blaas HG, Eik-Nes SH. Prenatal detection of heart defects in a non-selected population of 30,149 fetuses--detection rates and outcome. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2006;27(3):252-65.
23. van Nisselrooij AEL, Teunissen AKK, Clur SA, Rozendaal L, Pajkrt E, Linskens IH, et al. Why are congenital heart defects being missed? *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2020;55(6):747-57.
24. Carvalho JS, Mavrides E, Shinebourne EA, Campbell S, Thilaganathan B. Improving the effectiveness of routine prenatal screening for major congenital heart defects. *Heart*. 2002;88(4):387-91.
25. Cuneo BF, Olson CA, Haxel C, Howley L, Gagnon A, Benson DW, et al. Risk Stratification of Fetal Cardiac Anomalies in an Underserved Population Using Telecardiology. *Obstet Gynecol*. 2019;134(5):1096-103.
26. Hautala J, Gissler M, Ritvanen A, Tekay A, Pitkanen-Argillander O, Stefanovic V, et al. The implementation of a nationwide anomaly screening programme improves prenatal detection of major cardiac defects: an 11-year national population-based cohort study. *BJOG*. 2019;126(7):864-73.
27. Tegnander E, Eik-Nes SH, Johansen OJ, Linker DT. Prenatal detection of heart defects at the routine fetal examination at 18 weeks in a non-selected population. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 1995;5(6):372-80.
28. Chaoui R. The four-chamber view: four reasons why it seems to fail in screening for cardiac abnormalities and suggestions to improve detection rate. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2003;22(1):3-10.

29. Tegnander E, Eik-Nes SH, Linker DT. Incorporating the four-chamber view of the fetal heart into the second-trimester routine fetal examination. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 1994;4(1):24-8.
30. Kirk JS, Riggs TW, Comstock CH, Lee W, Yang SS, Weinhouse E. Prenatal screening for cardiac anomalies: the value of routine addition of the aortic root to the four-chamber view. *Obstet Gynecol.* 1994;84(3):427-31.
31. Achiron R, Glaser J, Gelernter I, Hegesh J, Yagel S. Extended fetal echocardiographic examination for detecting cardiac malformations in low risk pregnancies. *BMJ.* 1992;304(6828):671-4.
32. Schwarzler P, Senat MV, Holden D, Bernard JP, Masroor T, Ville Y. Feasibility of the second-trimester fetal ultrasound examination in an unselected population at 18, 20 or 22 weeks of pregnancy: a randomized trial. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 1999;14(2):92-7.
33. Achiron R, Rotstein Z, Lipitz S, Mashiach S, Hegesh J. First-trimester diagnosis of fetal congenital heart disease by transvaginal ultrasonography. *Obstet Gynecol.* 1994;84(1):69-72.
34. Yagel S, Weissman A, Rotstein Z, Manor M, Hegesh J, Anteby E, et al. Congenital heart defects: natural course and in utero development. *Circulation.* 1997;96(2):550-5.
35. Rustico MA, Benettoni A, D'Ottavio G, Fischer-Tamaro L, Conoscenti GC, Meir Y, et al. Early screening for fetal cardiac anomalies by transvaginal echocardiography in an unselected population: the role of operator experience. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2000;16(7):614-9.
36. Carvalho JS. Fetal heart scanning in the first trimester. *Prenat Diagn.* 2004;24(13):1060-7.
37. Carvalho JS, Moscoso G, Tekay A, Campbell S, Thilaganathan B, Shinebourne EA. Clinical impact of first and early second trimester fetal echocardiography on high risk pregnancies. *Heart.* 2004;90(8):921-6.
38. Huggon IC, Ghi T, Cook AC, Zosmer N, Allan LD, Nicolaides KH. Fetal cardiac abnormalities identified prior to 14 weeks' gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2002;20(1):22-9.
39. International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology; Bilardo CM, Chaoui R, Hyett JA, Kagan KO, Karim JN, Papageorgiou AT, et al. ISUOG Practice Guidelines (updated): performance of 11-14-week ultrasound scan. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2023;61(1):127-43.
40. Paladini D, Vassallo M, Tartaglione A, Lapadula C, Martinelli P. The role of tissue harmonic imaging in fetal echocardiography. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2004;23(2):159-64.
41. Allan LD, Crawford DC, Chita SK, Tynan MJ. Prenatal screening for congenital heart disease. *Br Med J (Clin Res Ed).* 1986;292(6537):1717-9.
42. Copel JA, Pilu G, Green J, Hobbins JC, Kleinman CS. Fetal echocardiographic screening for congenital heart disease: the importance of the four-chamber view. *Am J Obstet Gynecol.* 1987;157(3):648-55.
43. DeVore GR. The aortic and pulmonary outflow tract screening examination in the human fetus. *J Ultrasound Med.* 1992;11(7):345-8.
44. Achiron R, Rotstein Z, Hegesh J, Bronshtein M, Zimand S, Lipitz S, et al. Anomalies of the fetal aortic arch: a novel sonographic approach to in-utero diagnosis. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2002;20(6):553-7.

45. Yoo SJ, Min JY, Lee YH, Roman K, Jaeggi E, Smallhorn J. Fetal sonographic diagnosis of aortic arch anomalies. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2003;22(5):535-46.
46. Barboza JM, Dajani NK, Glenn LG, Angtuaco TL. Prenatal diagnosis of congenital cardiac anomalies: a practical approach using two basic views. *Radiographics.* 2002;22(5):1125-37; discussion 37-8.
47. Del Bianco A, Russo S, Lacerenza N, Rinaldi M, Rinaldi G, Nappi L, et al. Four chamber view plus three-vessel and trachea view for a complete evaluation of the fetal heart during the second trimester. *J Perinat Med.* 2006;34(4):309-12.
48. Carvalho J, Doya E, Freeman J, Clough A. Identification of fetal laterality and visceral situs should be part of routine fetal anomaly scans. . In: Momma K, Imai Y, editors. *World Congress of Pediatric Cardiology and Cardiac Surgery*; Honolulu, Hawaii: Futura Pub. Co.; 1997.
49. Salomon LJ, Alfrevic Z, Berghella V, Bilardo CM, Chalouhi GE, Da Silva Costa F, et al. ISUOG Practice Guidelines (updated): performance of the routine mid-trimester fetal ultrasound scan. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2022;59(6):840-56.
50. Bromley B, Estroff JA, Sanders SP, Parad R, Roberts D, Frigoletto FD, Jr., et al. Fetal echocardiography: accuracy and limitations in a population at high and low risk for heart defects. *Am J Obstet Gynecol.* 1992;166(5):1473-81.
51. Stumpflen I, Stumpflen A, Wimmer M, Bernaschek G. Effect of detailed fetal echocardiography as part of routine prenatal ultrasonographic screening on detection of congenital heart disease. *Lancet.* 1996;348(9031):854-7.
52. Yoo SJ, Lee YH, Kim ES, Ryu HM, Kim MY, Choi HK, et al. Three-vessel view of the fetal upper mediastinum: an easy means of detecting abnormalities of the ventricular outflow tracts and great arteries during obstetric screening. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 1997;9(3):173-82.
53. Yoo SJ, Lee YH, Cho KS. Abnormal three-vessel view on sonography: a clue to the diagnosis of congenital heart disease in the fetus. *AJR Am J Roentgenol.* 1999;172(3):825-30.
54. Vinals 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(4):358-67.
55. 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(4):340-5.
56. Tongsong T, Tongprasert F, Srisupundit K, Luewan S. The complete three-vessel view in prenatal detection of congenital heart defects. *Prenat Diagn.* 2010;30(1):23-9.
57. Berg C, Gembruch U, Geipel A. Outflow tract views in two-dimensional fetal echocardiography - part ii. *Ultraschall Med.* 2009;30(3):230-51.
58. Freud LR, Moon-Grady A, Escobar-Diaz MC, Gotteiner NL, Young LT, McElhinney DB, et al. Low rate of prenatal diagnosis among neonates with critical aortic stenosis: insight into the natural history in utero. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2015;45(3):326-32.

59. Yamamoto Y, Hornberger LK. Progression of outflow tract obstruction in the fetus. *Early Hum Dev.* 2012;88(5):279-85.
60. Bronshtein M, Gover A, Zimmer EZ. Sonographic definition of the fetal situs. *Obstet Gynecol.* 2002;99(6):1129-30.
61. Carvalho JS, Kyle PM. Images in cardiovascular medicine. Situs inversus with complete transposition in the fetus: diagnostic antenatal sequential segmental analysis. *Circulation.* 1997;96(12):4432-3.
62. Cordes TM, O'Leary PW, Seward JB, Hagler DJ. Distinguishing right from left: a standardized technique for fetal echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 1994;7(1):47-53.
63. Allan LD, Tynan MJ, Campbell S, Wilkinson JL, Anderson RH. Echocardiographic and anatomical correlates in the fetus. *Br Heart J.* 1980;44(4):444-51.
64. Cook AC, Yates RW, Anderson RH. Normal and abnormal fetal cardiac anatomy. *Prenat Diagn.* 2004;24(13):1032-48.
65. Yoo SJ, Min JY, Lee YH. Normal pericardial fluid in the fetus: color and spectral Doppler analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2001;18(3):248-52.
66. Brown DL, Cartier MS, Emerson DS, Shanklin DR, Smith WC, Felker RE. The peripheral hypoechoic rim of the fetal heart. *J Ultrasound Med.* 1989;8(11):603-8.
67. Comstock CH. Normal fetal heart axis and position. *Obstet Gynecol.* 1987;70(2):255-9.
68. Smith RS, Comstock CH, Kirk JS, Lee W. Ultrasonographic left cardiac axis deviation: a marker for fetal anomalies. *Obstet Gynecol.* 1995;85(2):187-91.
69. Shipp TD, Bromley B, Hornberger LK, Nadel A, Benacerraf BR. Levorotation of the fetal cardiac axis: a clue for the presence of congenital heart disease. *Obstet Gynecol.* 1995;85(1):97-102.
70. Abdullah MM, Lacro RV, Smallhorn J, Chitayat D, van der Velde ME, Yoo SJ, et al. Fetal cardiac dextroposition in the absence of an intrathoracic mass: sign of significant right lung hypoplasia. *J Ultrasound Med.* 2000;19(10):669-76.
71. Copel JA, Liang RI, Demasio K, Ozeren S, Kleinman CS. The clinical significance of the irregular fetal heart rhythm. *Am J Obstet Gynecol.* 2000;182(4):813-7; discussion 7-9.
72. Bet BB, De Vries JM, Limpens J, Van Wely M, Van Leeuwen E, Clur SA, et al. Implications of fetal premature atrial contractions: systematic review. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2022;60(6):721-30.
73. Simpson J, Yates R, Sharland G. Irregular heart rate in the fetus: not always benign. *Cardiol Young.* 1996;6:28-31.
74. Cuneo BF, Strasburger JF, Wakai RT, Ovadia M. Conduction system disease in fetuses evaluated for irregular cardiac rhythm. *Fetal Diagn Ther.* 2006;21(3):307-13.
75. Carvalho JS. Risk stratification for irregular fetal heart rhythm: practical approach to management. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2022;60(6):717-20.

76. ACOG Practice Bulletin No. 106: Intrapartum fetal heart rate monitoring: nomenclature, interpretation, and general management principles. *Obstet Gynecol.* 2009;114(1):192-202.
77. Carvalho JS. Primary bradycardia: keys and pitfalls in diagnosis. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2014;44(2):125-30.
78. Carvalho JS. Fetal dysrhythmias. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol.* 2019;58:28-41.
79. Mitchell JL, Cuneo BF, Etheridge SP, Horigome H, Weng HY, Benson DW. Fetal heart rate predictors of long QT syndrome. *Circulation.* 2012;126(23):2688-95.
80. Srinivasan S, Strasburger J. Overview of fetal arrhythmias. *Curr Opin Pediatr.* 2008;20(5):522-31.
81. Hazelzet T, Durand I, David N. [Total isolated anomalous pulmonary venous return: Are there any clues for prenatal screening?]. *Gynecol Obstet Fertil.* 2015;43(7-8):541-8.
82. Kirk JS, Comstock CH, Lee W, Smith RS, Riggs TW, Weinhouse E. Fetal cardiac asymmetry: a marker for congenital heart disease. *Obstet Gynecol.* 1999;93(2):189-92.
83. Sharland GK, Chan KY, Allan LD. Coarctation of the aorta: difficulties in prenatal diagnosis. *Br Heart J.* 1994;71(1):70-5.
84. Hornberger LK, Sanders SP, Rein AJ, Spevak PJ, Parness IA, Colan SD. Left heart obstructive lesions and left ventricular growth in the midtrimester fetus. A longitudinal study. *Circulation.* 1995;92(6):1531-8.
85. Paladini D, Pistorio A, Wu LH, Meccariello G, Lei T, Tuo G, et al. Prenatal diagnosis of total and partial anomalous pulmonary venous connection: multicenter cohort study and meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2018;52(1):24-34.
86. Paladini D, Palmieri S, Lamberti A, Teodoro A, Martinelli P, Nappi C. Characterization and natural history of ventricular septal defects in the fetus. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2000;16(2):118-22.
87. Axt-Flidner R, Schwarze A, Smrcek J, Germer U, Krapp M, Gembruch U. Isolated ventricular septal defects detected by color Doppler imaging: evolution during fetal and first year of postnatal life. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2006;27(3):266-73.
88. Vettriano IM, Lee W, Bronsteen RA, Comstock CH. Sonographic evaluation of the ventricular cardiac outflow tracts. *J Ultrasound Med.* 2005;24(4):566.
89. Everwijn SMP, van Nisselrooij AEL, Rozendaal L, Clur SB, Pajkrt E, Hruda J, et al. The effect of the introduction of the three-vessel view on the detection rate of transposition of the great arteries and tetralogy of Fallot. *Prenat Diagn.* 2018;38(12):951-7.
90. Bravo C, Gamez F, Perez R, Alvarez T, De Leon-Luis J. Fetal Aortic Arch Anomalies: Key Sonographic Views for Their Differential Diagnosis and Clinical Implications Using the Cardiovascular System Sonographic Evaluation Protocol. *J Ultrasound Med.* 2016;35(2):237-51.
91. Karl K, Sinkovskaya E, Abuhamad A, Chaoui R. Intrathymic and other anomalous courses of the left brachiocephalic vein in the fetus. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2016;48(4):464-9.

92. Galindo A, Gutierrez-Larraya F, Escibano D, Arbues J, Velasco JM. Clinical significance of persistent left superior vena cava diagnosed in fetal life. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2007;30(2):152-61.
93. Durand I, Hazelzet T, Gillibert A, Parrod C, David N, El Youssef F, et al. Outcomes following prenatal diagnosis of isolated persistent left superior vena cava. *Arch Cardiovasc Dis.* 2022;115(6-7):335-47.
94. Lopes KRM, Bartsota M, Doughty V, Carvalho JS. Single left superior vena cava: antenatal diagnosis, associated anomalies and outcomes. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2022;60(5):640-5.
95. Chaoui R, Heling KS, Lopez AS, Thiel G, Karl K. The thymic-thoracic ratio in fetal heart defects: a simple way to identify fetuses at high risk for microdeletion 22q11. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2011;37(4):397-403.
96. Paladini D. How to identify the thymus in the fetus: the thy-box. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2011;37(4):488-92.
97. Karl K, Heling KS, Sarut Lopez A, Thiel G, Chaoui R. Thymic-thoracic ratio in fetuses with trisomy 21, 18 or 13. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2012;40(4):412-7.
98. Anton T, Sklansky MS, Perez M, Pretorius DH. The Fetal 3-Vessel Views: An Illustrative Case-Based Tutorial. *J Ultrasound Med.* 2019;38(12):3335-47.
99. Yagel S, Cohen SM, Achiron R. Examination of the fetal heart by five short-axis views: a proposed screening method for comprehensive cardiac evaluation. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2001;17(5):367-9.
100. Sun HY, Proudfoot JA, McCandless RT. Prenatal detection of critical cardiac outflow tract anomalies remains suboptimal despite revised obstetrical imaging guidelines. *Congenit Heart Dis.* 2018;13(5):748-56.
101. Sklansky MS, Berman DP, Pruetz JD, Chang RK. Prenatal screening for major congenital heart disease: superiority of outflow tracts over the 4-chamber view. *J Ultrasound Med.* 2009;28(7):889-99.
102. Jain S, Kleiner B, Moon-Grady A, Hornberger LK. Prenatal diagnosis of vascular rings. *J Ultrasound Med.* 2010;29(2):287-94.
103. Chaoui R, McEwing R. Three cross-sectional planes for fetal color Doppler echocardiography. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2003;21(1):81-93.
104. Paladini D. Sonography in obese and overweight pregnant women: clinical, medicolegal and technical issues. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2009;33(6):720-9.
105. Sklansky M, Afshar Y, Anton T, DeVore GR, Platt L, Satou G. Guidance for fetal cardiac imaging in patients with degraded acoustic windows. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2022;59(6):709-12.
106. Nadel AS. Addition of color Doppler to the routine obstetric sonographic survey aids in the detection of pulmonic stenosis. *Fetal Diagn Ther.* 2010;28(3):175-9.
107. Small M, Copel JA. Indications for fetal echocardiography. *Pediatr Cardiol.* 2004;25(3):210-22.
108. Mavrides E, Cobian-Sanchez F, Tekay A, Moscoso G, Campbell S, Thilaganathan B, et al. Limitations of using first-trimester nuchal translucency measurement in routine screening for major congenital heart defects. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2001;17(2):106-10.

109. Ghi T, Huggon IC, Zosmer N, Nicolaides KH. Incidence of major structural cardiac defects associated with increased nuchal translucency but normal karyotype. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2001;18(6):610-4.
110. Hyett JA, Perdu M, Sharland GK, Snijders RS, Nicolaides KH. Increased nuchal translucency at 10-14 weeks of gestation as a marker for major cardiac defects. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 1997;10(4):242-6.
111. Rychik J, Donaghue DD, Levy S, Fajardo C, Combs J, Zhang X, et al. Maternal psychological stress after prenatal diagnosis of congenital heart disease. *J Pediatr.* 2013;162(2):302-7 e1.
112. Cabana MD, Rand CS, Powe NR, Wu AW, Wilson MH, Abboud PA, et al. Why don't physicians follow clinical practice guidelines? A framework for improvement. *JAMA.* 1999;282(15):1458-65.
113. Sklansky M, DeVore GR. Fetal Cardiac Screening: What Are We (and Our Guidelines) Doing Wrong? *J Ultrasound Med.* 2016;35(4):679-81.
114. Salomon LJ, Winer N, Bernard JP, Ville Y. A score-based method for quality control of fetal images at routine second-trimester ultrasound examination. *Prenat Diagn.* 2008;28(9):822-7.
115. Sairam S, Awadh AM, Cook K, Papageorgiou AT, Carvalho JS. Impact of audit of routine second-trimester cardiac images using a novel image-scoring method. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2009;33(5):545-51.
116. Quarello E, Lafouge A, Fries N, Salomon LJ, Cef. Basic heart examination: feasibility study of first-trimester systematic simplified fetal echocardiography. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2017;49(2):224-30.
117. Letourneau KM, Horne D, Soni RN, McDonald KR, Karlicki FC, Fransoo RR. Advancing Prenatal Detection of Congenital Heart Disease: A Novel Screening Protocol Improves Early Diagnosis of Complex Congenital Heart Disease. *J Ultrasound Med.* 2018;37(5):1073-9.
118. Volpe P, Ubaldo P, Volpe N, Campobasso G, De Robertis V, Tempesta A, et al. Fetal cardiac evaluation at 11-14 weeks by experienced obstetricians in a low-risk population. *Prenat Diagn.* 2011;31(11):1054-61.
119. Smrcek JM, Berg C, Geipel A, Fimmers R, Diedrich K, Gembruch U. Early fetal echocardiography: heart biometry and visualization of cardiac structures between 10 and 15 weeks' gestation. *J Ultrasound Med.* 2006;25(2):173-82; quiz 83-5.
120. Yagel S, Cohen SM, Porat S, Daum H, Lipschuetz M, Amsalem H, et al. Detailed transabdominal fetal anatomic scanning in the late first trimester versus the early second trimester of pregnancy. *J Ultrasound Med.* 2015;34(1):143-9.
121. Salvesen K, Abramowicz J, Ter Haar G, Miloro P, Sinkovskaya E, Dall'Asta A, et al. ISUOG statement on the safe use of Doppler for fetal ultrasound examination in the first 13 + 6 weeks of pregnancy (updated). *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2021;57(6):1020.
122. Sinkovskaya ES, Chaoui R, Karl K, Andreeva E, Zhuchenko L, Abuhamad AZ. Fetal cardiac axis and congenital heart defects in early gestation. *Obstet Gynecol.* 2015;125(2):453-60.

123. Wiechec M, Knafel A, Nocun A. Prenatal detection of congenital heart defects at the 11- to 13-week scan using a simple color Doppler protocol including the 4-chamber and 3-vessel and trachea views. J Ultrasound Med. 2015;34(4):585-94.
124. Ghimire LV, Chou FS, Moon-Grady AJ. Risk of congenital heart disease is increased among newborns with non-cardiac congenital anomalies: survey-based analysis using 2016 Kids' Inpatient Database. Ultrasound Obstet Gynecol. 2021;57(5):841-2.

ข้อมูลสนับสนุนบนอินเทอร์เน็ต

ข้อมูลสนับสนุนต่อไปนี้อาจพบได้ในบทความฉบับออนไลน์:

รูปที่ S1 ภาพตามแนวตั้งของหลอดเลือดแดงเอออร์ตาเป็นส่วนหนึ่งของการหัวใจทารกในครรภ์ด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง แต่ในบางสถานพยาบาล ภาพเหล่านี้จำเป็นหรือแนะนำให้เป็นส่วนหนึ่งของการตรวจทางสูติศาสตร์เบื้องต้น ซึ่งสามารถทำได้ทั้งภาพสเกลสี่เท่า (a) และภาพดอปเพลอร์สี หรือ เพาว์เออร์ดอปเพลอร์แบบสองทิศทาง (b) ในภาพนี้ สามารถมองเห็นแขนงของหลอดเลือดแดงเอออร์ตาสามแขนง ได้แก่: หลอดเลือด brachiocephalic (1), หลอดเลือดแดง common carotid ข้างซ้าย (2) และหลอดเลือดแดง subclavian ข้างซ้าย (3)

รูปที่ S2 ภาพหัวใจสี่ห้องสามารถใช้เพื่อดูหลอดเลือดดำปอดสองในสี่เส้น (ลูกศรเปิด) ที่เชื่อมต่อกับหัวใจห้องบนซ้าย (LA) ผู้ตรวจที่มีประสบการณ์กับดอปเพลอร์สี สามารถใช้ดอปเพลอร์สี หรือเพาว์เออร์ดอปเพลอร์แบบสองทิศทางเพิ่มเติม เพื่อดูการไหลของเลือดจากหลอดเลือดเหล่านี้เข้าสู่ LA ทั้งนี้ ระยะห่างระหว่างหลอดเลือดแดงเอออร์ตาและ LA มีขนาดเล็ก

dAo = หลอดเลือดแดงเอออร์ตาส่วนลง

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1 รายการตรวจสอบสำหรับการตรวจคัดกรองหัวใจ (Checklist for cardiac screening)

ช่องท้องส่วนบน			
	กระเพาะอาหารอยู่ทางซ้าย	☐ ใช่	☐ ไม่ใช่
ภาพหัวใจสี่ห้อง			
ทั่วไป	หัวใจอยู่ทางซ้าย แกนทำมุม 45 องศา	☐ ใช่	☐ ไม่ใช่
	ขนาดของหัวใจ $\leq 1/3$ ของพื้นที่ทรวงอก	☐ ใช่	☐ ไม่ใช่
	จังหวะการเต้นของหัวใจสม่ำเสมอ อัตรา 120 – 160 ครั้งต่อนาที	☐ ใช่	☐ ไม่ใช่
หัวใจห้องบน	ห้องบนขวาและซ้ายมีขนาดเท่ากัน	☐ ใช่	☐ ไม่ใช่
	มีรู foramen ovale และแผ่นปิดอยู่ในหัวใจห้องบนซ้าย	☐ ใช่	☐ ไม่ใช่
	มีหลอดเลือดดำปอดอย่างน้อยหนึ่งเส้นทะเข้าหัวใจห้องบนซ้าย	☐ ใช่	☐ ไม่ใช่
รอยต่อระหว่าง หัวใจห้องบนและ หัวใจห้องล่าง	มีลิ้นหัวใจสองข้างแยกจากกัน และเคลื่อนปิด-เปิดได้อย่างอิสระ	☐ ใช่	☐ ไม่ใช่
	ลิ้นหัวใจไตรคัสปิด อยู่ก่อนไปทาง apex มากกว่าลิ้นหัวใจไมทรัล (offset ของลิ้นหัวใจปกติ)	☐ ใช่	☐ ไม่ใช่
หัวใจห้องล่าง	ห้องล่างขวาและซ้ายมีขนาดเท่ากัน	☐ ใช่	☐ ไม่ใช่
	moderator band อยู่ที่ apex ของหัวใจห้องล่างขวา	☐ ใช่	☐ ไม่ใช่
	ผนังกันระหว่างหัวใจห้องล่างขวาและซ้ายปกติ	☐ ใช่	☐ ไม่ใช่
ภาพหลอดเลือดออกจากหัวใจห้องล่างซ้าย			
	หลอดเลือดมีความต่อเนื่องกับผนังกันระหว่างหัวใจห้องล่างขวาและซ้าย และไม่มีการแตกแขนง	☐ ใช่	☐ ไม่ใช่
	ลิ้นหัวใจเอออร์ติก ไม่หนา และเคลื่อนปิด-เปิดได้อย่างอิสระ	☐ ใช่	☐ ไม่ใช่
ภาพหลอดเลือดออกจากหัวใจห้องล่างขวา			
	หลอดเลือดที่ออกจากหัวใจห้องล่างขวา อยู่หน้าต่อหลอดเลือดแดงเอออร์ตา และมีการแตกแขนงออกเป็นสองเส้น	☐ ใช่	☐ ไม่ใช่
	หลอดเลือดแดงใหญ่มีการไขว้กัน	☐ ใช่	☐ ไม่ใช่
	ลิ้นหัวใจพัลโมนารี ไม่หนา และเคลื่อนปิด-เปิดได้อย่างอิสระ	☐ ใช่	☐ ไม่ใช่
ภาพหลอดเลือดสามเส้นและท่อนม			
	ลักษณะรูปตัว V (ductal arch และ aortic arch อยู่ทางซ้ายของท่อนม)	☐ ใช่	☐ ไม่ใช่
	ductal arch และ aortic arch มีขนาดเท่ากัน	☐ ใช่	☐ ไม่ใช่

ภาคผนวก 2 ระดับของคำแนะนำและระดับของหลักฐานที่ใช้ในแนวปฏิบัติของ ISUOG

การจำแนกระดับของหลักฐาน (Classification of evidence levels)	
1++	Meta-analysis คุณภาพสูง การทบทวนอย่างเป็นระบบของการทดลองแบบสุ่มที่มีกลุ่มควบคุม หรือการทดลองแบบสุ่มที่มีกลุ่มควบคุมซึ่งมีความเสี่ยงจากอคติน้อยมาก
1+	Meta-analysis ที่ดำเนินการตามระเบียบวิธีที่ดี การทบทวนอย่างเป็นระบบของการทดลองแบบสุ่มที่มีกลุ่มควบคุม หรือการทดลองแบบสุ่มที่มีกลุ่มควบคุมซึ่งมีความเสี่ยงต่ำต่ออคติ
1-	Meta-analysis การทบทวนอย่างเป็นระบบของการทดลองแบบสุ่มที่มีกลุ่มควบคุม หรือการทดลองแบบสุ่มที่มีกลุ่มควบคุมซึ่งมีความเสี่ยงสูงต่ออคติ
2++	การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบคุณภาพสูงของการศึกษาแบบ case-control หรือการศึกษาแบบ cohort หรือการศึกษาแบบ case-control หรือการศึกษาแบบ cohort คุณภาพสูงซึ่งมีความเสี่ยงต่ำมากต่อปัจจัยรบกวน อคติ หรือความบังเอิญ และมีแนวโน้มสูงที่ความสัมพันธ์นั้นเป็นสาเหตุของผลลัพธ์
2+	การศึกษาแบบ case-control หรือการศึกษาแบบ cohort ดำเนินการตามระเบียบวิธีที่ดี ซึ่งมีความเสี่ยงต่ำต่อปัจจัยรบกวน อคติ หรือความบังเอิญ และมีแนวโน้มปานกลางที่ความสัมพันธ์นั้นเป็นสาเหตุของผลลัพธ์
2-	การศึกษาแบบ case-control หรือการศึกษาแบบ cohort ซึ่งมีความเสี่ยงสูงต่อปัจจัยรบกวน อคติ หรือความบังเอิญ และมีความเสี่ยงที่ความสัมพันธ์นั้นจะไม่ใช่สาเหตุของผลลัพธ์
3	การศึกษาที่ไม่มีการวิเคราะห์ผล เช่น case reports หรือ case series
4	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
ระดับของคำแนะนำ (Grades of recommendation)	
A	ต้องอย่างน้อยหนึ่ง meta-analysis การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ หรือการทดลองแบบสุ่มที่มีกลุ่มควบคุมที่ได้รับการประเมินเป็น 1++ ซึ่งใช้ได้โดยตรงกับกลุ่มเป้าหมาย หรือชุดของหลักฐานที่ประกอบด้วยงานวิจัยที่ได้รับการประเมินเป็น 1+ เป็นหลัก ซึ่งใช้ได้โดยตรงกับกลุ่มเป้าหมายและแสดงความสอดคล้องของผลลัพธ์โดยรวม
B	ชุดของหลักฐานที่รวมถึงงานวิจัยที่ได้รับการประเมินเป็น 2++ ซึ่งใช้ได้โดยตรงกับกลุ่มเป้าหมายและแสดงผลลัพธ์ที่สอดคล้องกันโดยรวม หรือหลักฐานที่ได้จากการขยายผลจากงานวิจัยที่ได้รับการประเมินเป็น 1++ หรือ 1+
C	ชุดของหลักฐานที่รวมถึงงานวิจัยที่ได้รับการประเมินเป็น 2+ ซึ่งใช้ได้โดยตรงกับกลุ่มเป้าหมายและแสดงผลลัพธ์ที่สอดคล้องกันโดยรวม หรือหลักฐานที่ได้จากการขยายผลจากงานวิจัยที่ได้รับการประเมินเป็น 2++
D	หลักฐานระดับ 3 หรือ 4 หรือหลักฐานที่ได้จากการขยายผลจากงานวิจัยที่ได้รับการประเมินเป็น 2+
แนวปฏิบัติที่ดี	แนวปฏิบัติที่ดีที่สุดที่แนะนำโดยอิงจากความเชี่ยวชาญทางคลินิกของคณะผู้จัดทำแนวปฏิบัติ