16

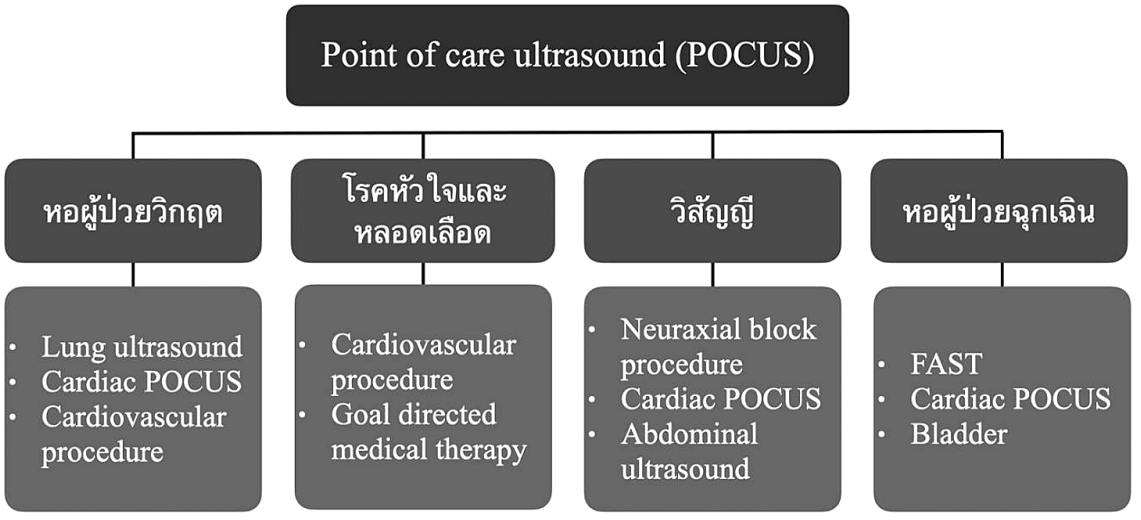
อัลตราซาวนด์ที่ใช้ในการตรวจหัวใจผู้ป่วยเด็ก
(Cardiac Point-of-Care Ultrasound in Pediatrics)

อังควิภา ทรัพย์รุ่งเรือง

บทนำ

Point-of-Care Ultrasound หรือ POCUS เป็นการตรวจอัลตราซาวนด์เพื่อช่วยในการวินิจฉัย ช่วยวางแผนการรักษาในผู้ป่วย ไปจนถึงสามารถใช้ช่วยในการทำหัตถการในผู้ป่วย POCUS จึงมักจะนำมาใช้โดยแพทย์ที่ดูแลผู้ป่วยในภาวะวิกฤต ซึ่งข้อดีของการใช้การตรวจอัลตราซาวนด์ คือ ผู้ป่วยไม่ต้องได้รับรังสีเอกซเรย์ และเครื่องมืออัลตราซาวนด์เป็นอุปกรณ์ที่หาได้ง่าย ราคาไม่แพง สามารถเคลื่อนย้ายมาตรวจข้างเตียงผู้ป่วยได้ อย่างไรก็ดี การทำอัลตราซาวนด์มีความแตกต่างจากการถ่ายภาพรังสีเอกซเรย์โดยความถูกต้องแม่นยำขึ้นกับความชำนาญของผู้ทำการตรวจ (operator dependent) ดังนั้นการฝึกฝนทำอัลตราซาวนด์ ตั้งแต่การเข้าใจหลักการทำงานของรูปแบบอัลตราซาวนด์ (ultrasound mode) การเรียนรู้ตำแหน่งการวางหัวตรวจ (ultrasound probe) และการแปลผลการตรวจ จึงมีความสำคัญอย่างมากในการนำ POCUS ไปใช้เป็นเครื่องมือในการวินิจฉัยหรือรักษาผู้ป่วย

ในปัจจุบัน POCUS มีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีการปรับเปลี่ยนเพื่อให้เหมาะกับสถานการณ์การใช้งานและสถานที่ที่แตกต่างกัน[1] เช่น ในหอผู้ป่วยวิกฤต ในห้องฉุกเฉิน และมีการแบ่งการตรวจตามระบบต่าง ๆ เช่น ระบบหัวใจและหลอดเลือด (cardiac POCUS) ระบบทางเดินหายใจ ระบบประสาท เป็นต้น (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 ตัวอย่างการดัดแปลงการตรวจ Point-of-Care Ultrasound (POCUS) แบ่งการใช้ตามการใช้อัลตราซาวนด์ที่แตกต่างกันตามสถานการณ์การใช้งานในสถานที่แตกต่างกัน (multi-specialty POCUS) (เรียบเรียงโดย พญ.อังควิภา ทรัพย์รุ่งเรือง รวบรวมข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงที่ 1)

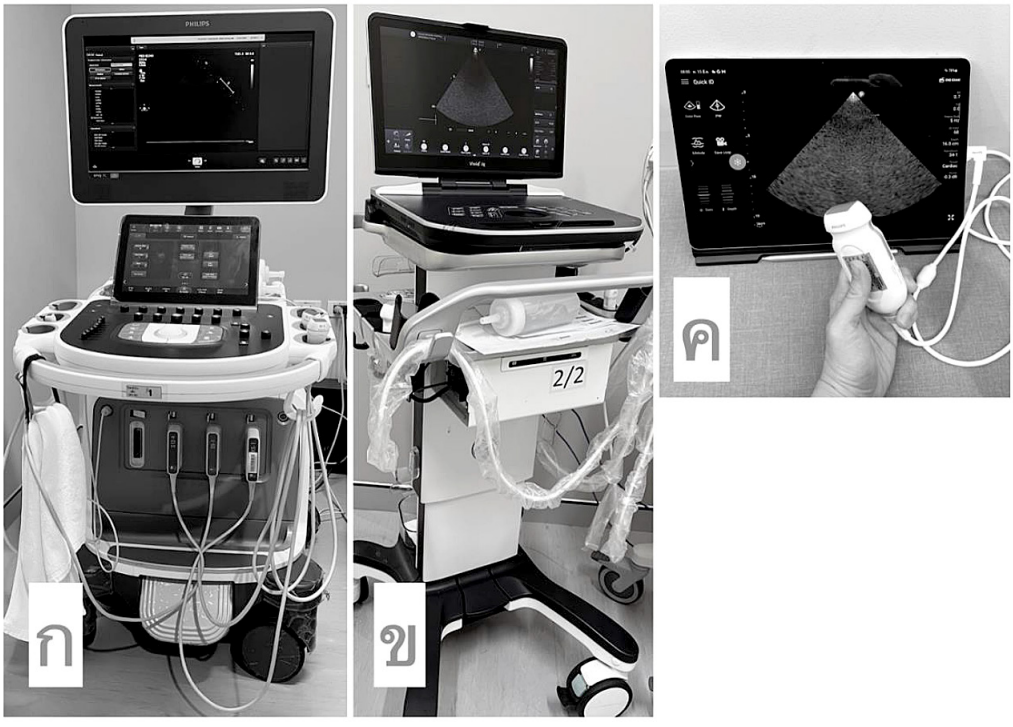
บทความนี้จะนำเสนอเกี่ยวกับ cardiac POCUS เท่านั้น เนื่องจากเป็นการประเมินการทำงาน ความผิดปกติของระบบหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งจะสามารถใช้ช่วยประเมินสภาวะของผู้ป่วย (patient status) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการช่วยวินิจฉัยภาวะเร่งด่วนทางหัวใจ (cardiac emergency) ที่ต้องการการยืนยันการวินิจฉัยที่ถูกต้อง เพื่อให้การรักษาและช่วยชีวิตได้อย่างทันท่วงที โดยจะแบ่งหัวข้อในบทความเป็นดังนี้

1. เครื่องมือและหลักการการทำงานของเครื่องอัลตราซาวนด์
2. ข้อบ่งชี้ของการทำ cardiac POCUS
3. ชนิดของภาพที่ตรวจด้วยเครื่องอัลตราซาวนด์
4. ตำแหน่งของการวางหัวตรวจและภาพที่แนะนำให้ทำ
5. ตัวอย่างการนำมาใช้ทางคลินิก

เครื่องมือและหลักการทำงานของเครื่องอัลตราซาวนด์[2,3]

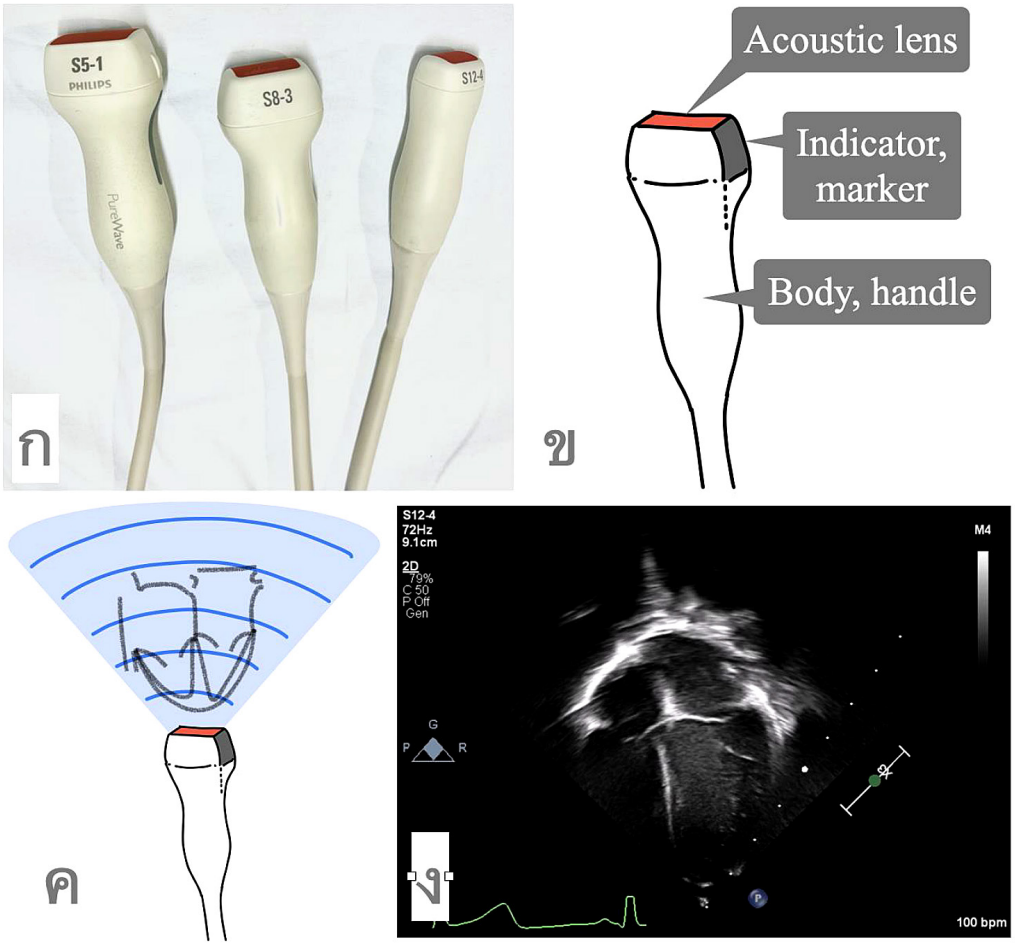
การตรวจอัลตราซาวนด์เพื่อประเมินระบบการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด หรือ cardiac POCUS โดยทั่วไปหมายถึง การใช้เครื่องตรวจอัลตราซาวนด์ที่มักไม่มีหัวตรวจที่หลากหลายเหมาะสมสำหรับเด็กแต่ละวัย และไม่สามารถสร้างภาพได้ดีเทียบเท่ากับการบันทึกภาพหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (echocardiography) โดยการตรวจที่ทำใน cardiac POCUS มักจะเป็นการตรวจผ่านทางหน้าอก (transthoracic ultrasound)

ปัจจุบันเครื่องอัลตราซาวนด์มีรูปแบบที่หลากหลายมาก แตกต่างกันตามความละเอียดภาพ ราคา และความสามารถในการพกพา โดยส่วนใหญ่เครื่องที่ใช้ทำ POCUS มักจะมีรูปแบบเป็นเครื่องที่มีขนาดเล็ก สามารถเข็นไปข้างเตียงผู้ป่วยได้ (compact cart-based) หรือเครื่องที่ยกไปมาได้คล้ายคอมพิวเตอร์พกพา (hand-carried) หัวตรวจมีขนาดเล็ก และสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์พกพาได้ (handheld pocket device) ดังแสดงในรูปที่ 2



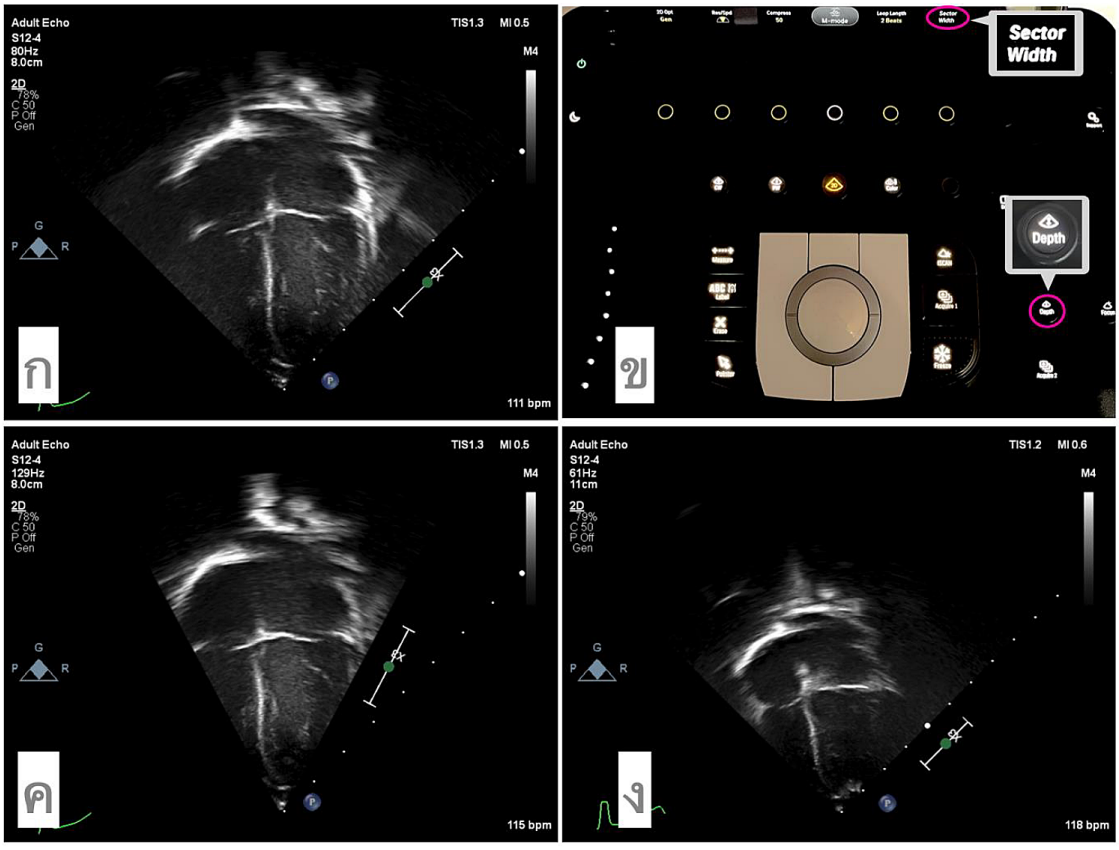
รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างของเครื่องอัลตราซาวนด์ (ก) compact cart-based (ข) hand-carried (ค) handheld pocket device
(รูปประกอบโดย พญ.อังควิภา ทรัพย์รุ่งเรือง)

หลักการทำงานของเครื่องอัลตราซาวนด์เป็นการส่งและรับคลื่นเสียงในรูปแบบหนึ่ง โดยจะใช้คลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20 กิโลเฮิรตซ์ที่ไม่สามารถได้ยินได้ด้วยหูของมนุษย์ เครื่องสามารถส่งคลื่นที่มีความถี่จำเพาะผ่านไปทางหัวตรวจ (ultrasound probe หรือ transducer) และรับคลื่นที่สะท้อนกลับมาจากอวัยวะของผู้ป่วยได้ ก่อนส่งคลื่นไปที่เครื่องประมวลผลและแปลงออกมาเป็นภาพที่จอแสดงผล ดังแสดงในรูปที่ 3 ในการสร้างภาพคลื่นอัลตราซาวนด์จะต้องสามารถทะลุผ่านผิวหนังของผู้ป่วยเพื่อไปถึงอวัยวะที่ต้องการตรวจได้ แต่อากาศที่เป็นตัวกั้นระหว่างหัวตรวจกับผิวหนังทำให้การส่งคลื่นเป็นไปได้ยาก ดังนั้นการตรวจจึงจำเป็นจะต้องมีตัวนำ เช่น เจลอัลตราซาวนด์หรือน้ำ เพื่อให้คลื่นเสียงสามารถทะลุผ่านและสะท้อนกลับมาได้ จึงจะสามารถทำให้คุณภาพของภาพมีความคมชัดมากขึ้น



รูปที่ 3 (ก) แสดงตัวอย่างลักษณะของหัวตรวจอัลตราซาวนด์ ซึ่งจะมีตัวเลขความถี่ของคลื่นแสดงบนหัวตรวจ (ข) หัวตรวจประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก คือ มือจับ (body, handle) ปลายสุดของหัวตรวจที่ใช้เพื่อส่งและรับคลื่น (acoustic lens) และด้านข้างของหัวตรวจที่มีสัญลักษณ์เป็นเครื่องหมาย (marker หรือ indicator) ช่วยบอกว่าหัวตรวจด้านนั้นกำลังวางไปด้านใดของผู้ป่วย (ค) การสร้างภาพโดยการส่งคลื่นอัลตราซาวนด์ออกไปเป็นเส้นกระจายออกจากจุดที่สร้างคลื่นเสียงตรงกลางของ acoustic lens ทำให้ภาพที่ได้มีลักษณะเป็นภาพที่คล้ายสามเหลี่ยม โดยบริเวณที่อยู่ใกล้หัวตรวจจะอยู่ใกล้กับ marker และมองเห็นภาพในมุมแคบ ในขณะที่วัตถุที่อยู่ไกลออกไปจะเห็นภาพได้เป็นมุมกว้างขึ้น (ง) จอแสดงผลแสดงภาพขาวดำ (grey scale) ภาพทั้งหมดคล้ายสามเหลี่ยม และมีตำแหน่งของ marker อยู่ที่ด้านใดด้านหนึ่งของมุมแหลมของภาพ (เป็นวงกลมแสดงตัวอักษร P) มีจุดไข่ปลาด้านข้างของสามเหลี่ยมเป็นตัวบอกความลึกของภาพ (depth) มีเส้นรูปตัว I ด้านข้างเป็นตัวบอกตำแหน่งโฟกัสของภาพ (รูปประกอบโดย พญ.อังควิภา ทรัพย์รุ่งเรือง)

วิธีการปรับภาพเพื่อให้สามารถมองเห็นได้ไกลขึ้นหรือลึกขึ้น สามารถทำได้โดยการปรับที่ปุ่มความลึก (depth) และหากต้องการปรับภาพด้านข้างให้มองได้กว้างขึ้น สามารถทำได้โดยปรับที่ปุ่ม sector width ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 (ก) แสดงภาพปกติที่ยังไม่ได้ปรับ (ข) แสดงปุ่มปรับความลึก (depth) และความกว้าง (sector width) (ค) แสดงภาพที่ลดความกว้าง (ง) แสดงภาพที่เพิ่มความลึก (รูปประกอบโดย พญ.อังควิภา ทรัพย์รุ่งเรือง)

การเลือกหัวตรวจอัลตราซาวนด์ที่ใช้ทำ cardiac POCUS ในเด็ก ควรมีความถี่ของคลื่นที่เหมาะสม และควรมีหัวตรวจที่สามารถรองรับได้อย่างน้อย 2 ช่วงความถี่ เนื่องจากหัวตรวจที่ใช้ความถี่ต่ำ ตั้งแต่ 2-5 เมกะเฮิรตซ์ (MHz) มีความสามารถในการทะลุทะลวงที่สูง (high penetration) แต่จะให้คลื่นสะท้อนที่กลับมาสร้างภาพได้ที่ความละเอียดต่ำ (low spatial resolution) จึงเหมาะสำหรับใช้ตรวจเด็กโตที่มีขนาดตัวค่อนข้างใหญ่ มีผนังหน้าอกหนา และมีโครงสร้างของหัวใจขนาดใหญ่ ส่วนหัวตรวจที่ใช้ความถี่สูง ตั้งแต่ 7.5 เมกะเฮิรตซ์ขึ้นไป มีความสามารถในการทะลุทะลวงที่ต่ำกว่า (low penetration) แต่จะให้คลื่นสะท้อนที่กลับมาสร้างภาพได้ที่ความละเอียดสูง (high spatial resolution) จึงเหมาะสำหรับการตรวจเด็กเล็ก หากเครื่องตรวจมีเพียงความถี่ต่ำ การนำมาใช้เพื่อประเมินเด็กเล็กโดยเฉพาะในทารก จำเป็นที่จะต้องระมัดระวังในการแปลผลอย่างมาก เนื่องจากโครงสร้างในเด็กที่ขนาดเล็กมากอาจไม่สามารถมองเห็นได้จากภาพที่ความละเอียดต่ำ และการสร้างภาพของอวัยวะที่อยู่ใกล้หัวตรวจมากเกินไป (near-filed imaging) จะไม่สามารถทำได้เมื่อความถี่คลื่นต่ำ รวมทั้งการที่หัวตรวจที่ใช้คลื่นความถี่ต่ำ มักถูกออกแบบให้มีขนาดใหญ่เพื่อให้สามารถเก็บภาพได้กว้างมากขึ้น (large field of view) แต่ด้วยขนาดที่ใหญ่อาจทำให้ไม่สามารถวางบนช่องว่างระหว่างซี่โครงของทารกได้ ทำให้การส่งและรับคลื่นถูกบดบังด้วยกระดูกซี่โครงที่ไปรบกวนไม่ให้มี

การสะท้อนของคลื่นอัลตราซาวนด์ ดังนั้นหากมีเพียงหัวตรวจที่ใช้คลื่นความถี่ต่ำ ควรตรวจหัวใจของทารกผ่านทางบริเวณใต้ชายโครง (subcostal view) เพื่อให้ตับเป็นตัวกั้นให้หัวใจอยู่ในที่บริเวณที่ห่างออกจากหัวตรวจ (far field) เพื่อให้ภาพที่ได้มีคุณภาพที่ดีขึ้น

ข้อบ่งชี้ของการทำ cardiac POCUS[4]

การตรวจ cardiac POCUS เป็นเครื่องมือที่เน้นไปที่การประเมินภาพโครงสร้างของหัวใจที่ประเมินด้วยสายตา (visual assessment) และการประเมินการบีบตัวของหัวใจ (systolic function) เป็นหลัก มีข้อบ่งชี้ในกรณีที่กุมารแพทย์หรือแพทย์ที่ไม่ใช่กุมารแพทย์โรคหัวใจต้องการประเมินผู้ป่วยที่มาด้วยภาวะที่สงสัยว่า อาจมีความผิดปกติของระบบการทำงานหัวใจ (problem-oriented) ต้องการประเมินว่าอาการและอาการแสดงของผู้ป่วยมีพยาธิสรีรวิทยาเป็นอย่างไร (physiology based imaging) โดยการทำ cardiac POCUS ผู้ป่วยจะต้องมีความผิดปกติที่อาจช่วยยืนยันการวินิจฉัยได้ด้วยการใช้อัลตราซาวนด์ หรืออาจต้องการการทำหัตถการช่วยชีวิตเร่งด่วน

ปัจจุบัน cardiac POCUS มักใช้ตรวจเพื่อประเมินสาเหตุและผลที่ตามมาของภาวะความดันเลือดต่ำ (hypotension) ช็อก (shock) และหัวใจหยุดเต้น (cardiac arrest) โดยการประเมินหัวใจและหลอดเลือดประกอบด้วย การประเมินปริมาณน้ำในร่างกาย (preload) และการตอบสนองต่อการให้สารน้ำ การประเมินการบีบตัวของหัวใจห้องซ้ายล่าง (qualitative left ventricular systolic function) การประเมินน้ำซึมซ่านในถุงหุ้มหัวใจ (pericardial effusion) การประเมินขนาดและความดันเลือดในหัวใจห้องขวาล่าง (qualitative assessment of right ventricular size and systolic pressure) ซึ่งแนะนำให้ใช้ในผู้ป่วยที่อยู่ในภาวะกึ่งฉุกเฉิน มีการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณชีพที่ไม่คงที่ (hemodynamic instability) หรือมีภาวะฉุกเฉินทางทางเดินหายใจ (respiratory distress)

การทำ cardiac POCUS ในกรณีอื่นที่ไม่ใช่ในผู้ป่วยวิกฤตหรือในภาวะฉุกเฉิน เช่น ผู้ป่วยที่มาด้วยอาการเจ็บหน้าอก เป็นลม หรือมีเสียงหัวใจผิดปกติ (murmur) ไม่ได้แนะนำให้ใช้ cardiac POCUS เนื่องจากมีโอกาสจะเกิดการวินิจฉัยผิดที่นำไปสู่การให้คำแนะนำกับผู้ปกครองและผู้ป่วยที่คลาดเคลื่อนได้ เนื่องจากการทำ cardiac POCUS เป็นการตรวจเฉพาะที่ นอกจากนี้การทำ cardiac POCUS ยังไม่เหมาะกับการทำเพื่อวินิจฉัยโรคหัวใจพิการแต่กำเนิด (congenital heart disease, CHD) หากผู้ป่วยมาด้วยอาการและอาการแสดงที่บ่งชี้ว่าอาจจะเป็น CHD เช่น ภาวะเขียว (cyanosis) หรือสงสัย CHD จากการทำ cardiac POCUS ควรจะต้องส่งต่อผู้ป่วยเพื่อให้รับการตรวจโดยละเอียดจากกุมารแพทย์โรคหัวใจด้วย echocardiography แต่ในทางกลับกัน หากผู้ป่วยมีโรคประจำตัวเป็น CHD อยู่แล้ว การประเมิน cardiac POCUS จะต้องระมัดระวังในการแปลผลมากเป็นพิเศษ หรือหากอยู่ในสถานการณ์ที่สามารถขอคำปรึกษาจากกุมารแพทย์โรคหัวใจได้รวดเร็ว อาจข้ามขั้นตอน cardiac POCUS ไปทำ echocardiography เลย

ชนิดของภาพที่ตรวจด้วยเครื่องอัลตราซาวนด์[2]

การตรวจอัลตราซาวนด์สามารถสร้างภาพได้หลายแบบ โดยจะมีที่ใช้ต่างกัน (รูปที่ 5) ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะรูปแบบ (mode) หลัก 3 วิธีที่ใช้ใน cardiac POCUS ดังนี้

1. B mode (2-dimensional black and white mode, 2D mode) เป็นการตรวจแบบพื้นฐานที่ใช้สำหรับดูภาพโครงสร้างของหัวใจเป็นหลัก โดยการเก็บภาพด้วยวิธีนี้ใช้การสะท้อนกลับของเสียง โดยที่แต่ละจุดสีขาวหมายถึง บริเวณที่มีการสะท้อนกลับของเสียงและแสดงผลออกเป็นภาพที่มี 2 ระนาบ กล่าวคือ มีลักษณะเป็นภาพ 2 มิติ ซึ่งจะเห็นการเคลื่อนไหวได้จากการเก็บภาพหลาย ๆ ภาพในระยะเวลาอันรวดเร็ว และแสดงผลเป็นภาพที่ต่อเนื่องคล้ายหลักการของการถ่ายภาพยนตร์ โดยความต่อเนื่องของภาพเคลื่อนไหวจะมากหรือน้อยขึ้นกับจำนวนภาพต่อวินาที หรือ frame rate

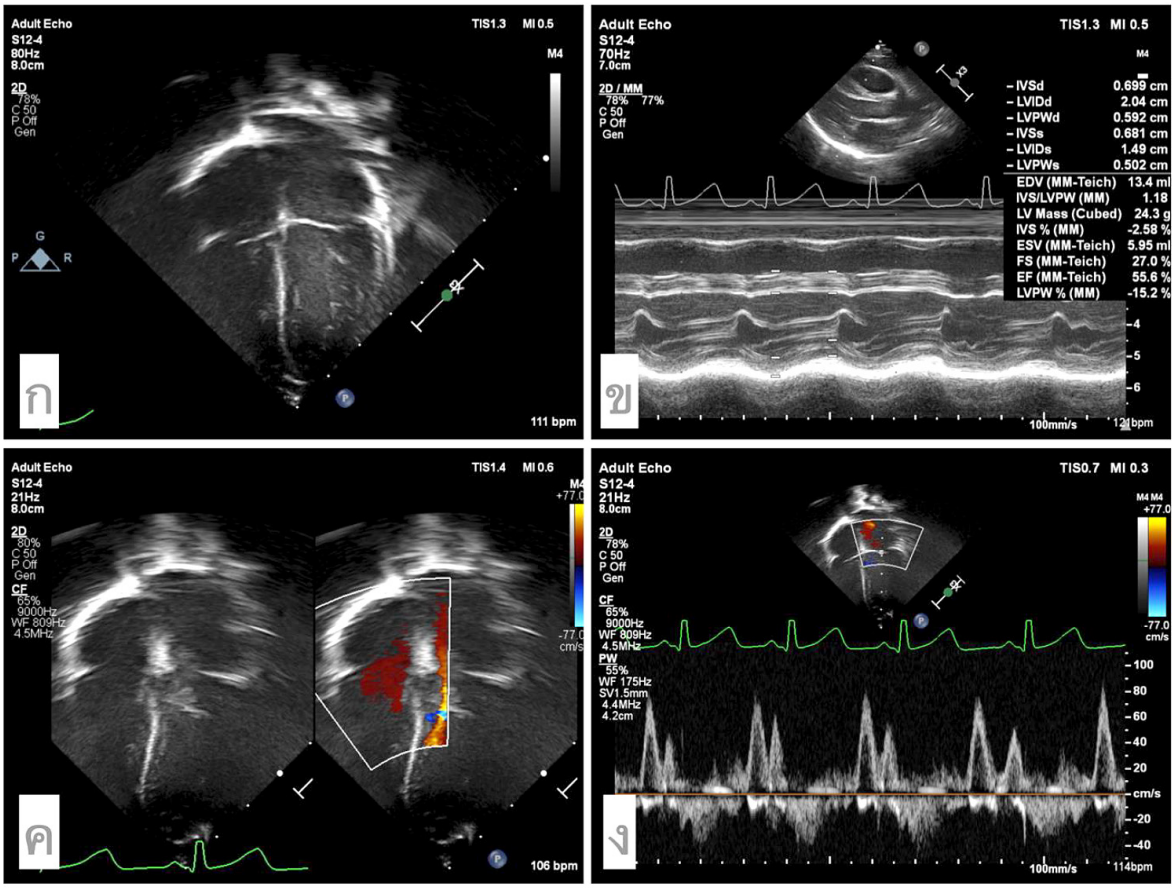
2. M mode (motion mode) เป็นการสร้างภาพเพียง 1 ระนาบ คือ มีลักษณะเป็นภาพ 1 มิติ เพื่อใช้ดูลักษณะของโครงสร้างที่มีการเคลื่อนที่ไหวเร็ว เช่น การบีบตัวของหัวใจหรือการขยับของลิ้นหัวใจ ซึ่งภาพที่ได้จะมีจำนวนภาพที่เก็บต่อวินาทีสูงกว่า B mode

3. Doppler mode เป็นการวัดทิศทางและความเร็วของวัตถุที่เคลื่อนไหว โดยอาศัยหลักการของการสะท้อนของคลื่นเสียงที่จะถูกเปลี่ยนแปลงความถี่ไปหากวัตถุวิ่งเข้าหรือออกจากจุดกำเนิดเสียง (doppler effect) โดยการแสดงภาพทำได้ 3 วิธี คือ

3.1 Color doppler แสดงภาพ 2 มิติเหมือน B mode แต่มีการใส่สีเข้าไปที่บริเวณที่มีการเคลื่อนไหวของวัตถุ หรือถ้าเป็นโครงสร้างของหัวใจ คือ การเคลื่อนไหวของเม็ดเลือด เพื่อบอกทิศทางและความเร็ว

3.2 Pulse wave doppler (PW) แสดงภาพเป็นกราฟระหว่างความเร็วและเวลา โดยใช้วัดความเร็วของวัตถุที่วิ่งผ่านเฉพาะในจุดที่ต้องการวัด

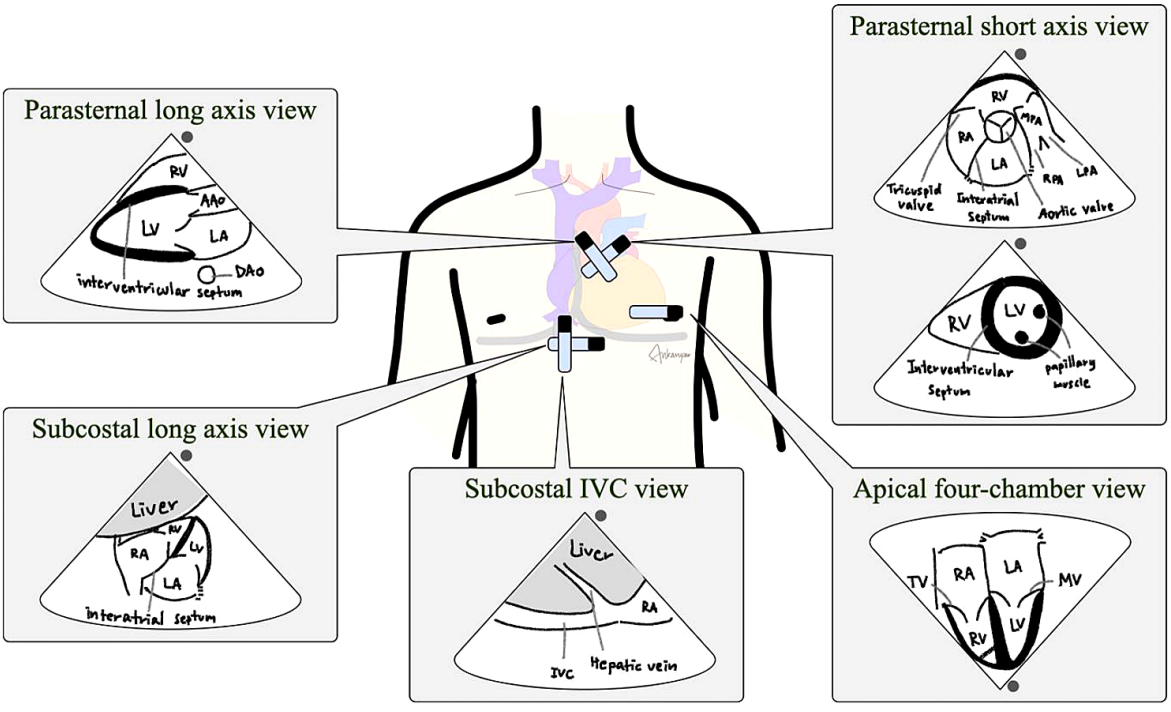
3.3 Continuous wave doppler (CW) แสดงภาพเป็นกราฟระหว่างความเร็วและเวลาเช่นกัน แต่จะใช้วัดความเร็วของวัตถุที่วิ่งผ่านในระนาบเส้นของอัลตราซาวนด์ที่กำหนด



รูปที่ 5 แสดงตัวอย่างของภาพ (ก) B mode แสดงภาพ 2 มิติ (ข) M mode ใช้ดูภาพ 1 มิติ เทียบกับแกนนอนคือเวลา (ค) Doppler mode ชนิด color doppler แสดงภาพ 2 มิติ ร่วมกับสีที่หมายถึงทิศทางและความเร็วของเลือด โดยสีแดงหมายถึงมีเลือดที่ทิศทางการวิ่งเข้าหาหัวตรวจ และสีน้ำเงินหมายถึงทิศทางการวิ่งออกจากหัวตรวจ (ง) Doppler mode ชนิด pulse wave doppler แสดงภาพกราฟระหว่างความเร็วและเวลา โดยค่าเป็นบวกหมายถึงทิศทางการวิ่งเข้าหาหัวตรวจ และค่าเป็นลบหมายถึงทิศทางการวิ่งออกจากหัวตรวจ (รูปประกอบโดย พญ.อังควิภา ทรัพย์รุ่งเรือง)

ตำแหน่งของการวางหัวตรวจและภาพที่แนะนำ[4,5]

โดยทั่วไปการวางตำแหน่งหัวตรวจอัลตราซาวนด์ผ่านทางผนังหน้าอกมีตำแหน่งมาตรฐานอยู่ 5 ตำแหน่งหลัก ได้แก่ วางที่ใต้ชายโครงของผู้ป่วย (subcostal หรือ subxiphoid) ประกอบด้วย subcostal long-axis view และ subcostal IVC view วางตำแหน่งด้านซ้ายข้างกระดูกสันอก (parasternal) ประกอบด้วย parasternal long-axis view และparasternal short-axis view และวางที่ตรงตำแหน่งซ้ายของหน้าอกตรงปลายสุดของหัวใจหรือ apical four-chamber view ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงตำแหน่งของการวางหัวตรวจอัลตราซาวนด์เทียบกับบริเวณหน้าอกและลำตัวของผู้ป่วย โดยภาพแสดงหัวตรวจด้านสีดำซึ่งหมายถึงตำแหน่งของ marker (ก) Subcostal long-axis view (ข) Subcostal IVC view (ค) Parasternal long-axis view (ง) Subcostal short-axis view (จ) Apical four-chamber view (รูปประกอบโดย พญ.อังควิภา ทรัพย์รุ่งเรือง)

การวางหัวตรวจและตำแหน่งของ marker (indicator) ของหัวตรวจเลียนแบบการทำechocardiography คือ จะวาง marker ชี้ไปยังด้านซ้ายมือของคนไข้เสมอ เพื่อทำให้โครงสร้างหรือภาพที่ปรากฏบนจอแสดงผลแสดงโครงสร้างที่อยู่ด้านซ้ายของผู้ป่วยอยู่ที่ด้านขวาของจอภาพ ยกเว้น parasternal long-axis view ที่จะวาง marker ชี้ไปด้านขวา ดังนั้น เพื่อให้การตรวจ cardiac POCUS เป็นไปตามมาตรฐาน บทความนี้จะอ้างอิงตามคำแนะนำและวิธีการวางหัวตรวจอัลตราซาวนด์ที่แนะนำโดย American Society of Echocardiography ในปี พ.ศ. 2566 (ตารางที่ 1) ดังนี้

1. Subcostal (หรือ subxiphoid) long-axis view จะวางหัวตรวจที่ตำแหน่งสามเหลี่ยมใต้ชายโครง ซึ่งอยู่บริเวณแกนกลางลำตัว ลักษณะของหัวตรวจจะตั้งฉากไปกับลำตัวผู้ป่วย และ marker ชี้ไปด้านซ้าย (ตารางที่ 1) การวางตำแหน่งนี้จะใช้สำหรับประเมินโครงสร้างหัวใจ คือ หัวใจห้องบน (atria) ผนังหัวใจห้องบน (interatrial septum) หัวใจห้องล่าง (ventricle) และถุงหุ้มหัวใจ (pericardium) โดยการเก็บภาพจะต้องเก็บเป็นภาพต่อเนื่องในขณะที่มีการหมุนหัวตรวจจากด้านหลังไปหน้า (posteroanterior sweep)

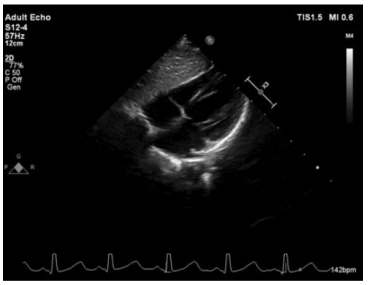
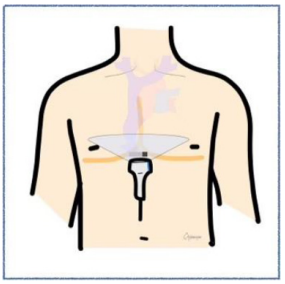
2. Subcostal IVC view จะวางหัวตรวจที่ตำแหน่งสามเหลี่ยมใต้ชายโครง ซึ่งอยู่บริเวณแกนกลางลำตัวเช่นกัน แต่หัวตรวจจะตั้งขนานไปกับลำตัวผู้ป่วย ทำให้ marker ชี้ไปด้านศีรษะ (ตารางที่ 1) การวางตำแหน่งนี้จะใช้สำหรับประเมินเส้นเลือด inferior vena cava (IVC) เพื่อใช้ในการประเมินภาวะการตอบสนองต่อการให้สารน้ำของผู้ป่วย (volume responsiveness) แต่จะต้องระมัดระวังในการแปลผลในเด็กมากกว่าผู้ใหญ่ เนื่องจากปัจจัยที่จะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงขนาดของ IVC มีหลายปัจจัย ได้แก่ ขนาดของ IVC ที่โตขึ้นตามอายุ รวมไปถึงความแรงในการกดหัวตรวจไปบนผนังหน้าท้องของผู้ป่วยด้วย

3. Parasternal long-axis view วางตำแหน่งด้านซ้ายข้างกระดูกสันอก โดยลักษณะของหัวตรวจจะขนานไปกับแนวแกนหัวใจของผู้ป่วย (cardiac axis) และ marker ชี้ไปที่ไหล่ขวาของผู้ป่วย (ตารางที่ 1) การวางตำแหน่งนี้จะใช้สำหรับประเมินขนาดของหัวใจห้องล่าง (ventricular size) และการบีบตัวของหัวใจห้องล่าง (systolic function)

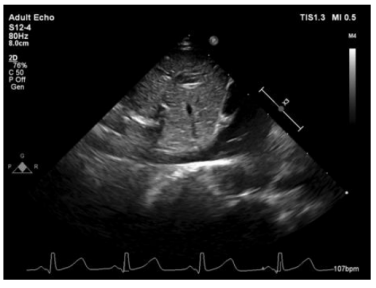
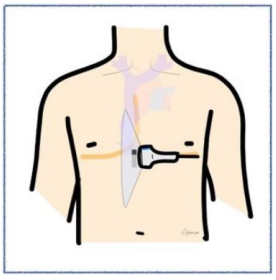
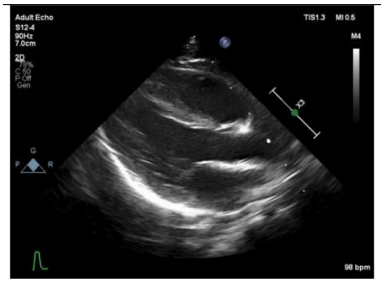
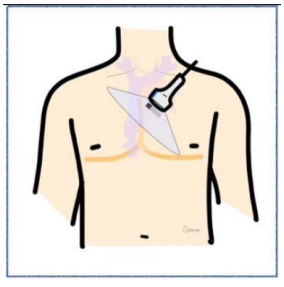
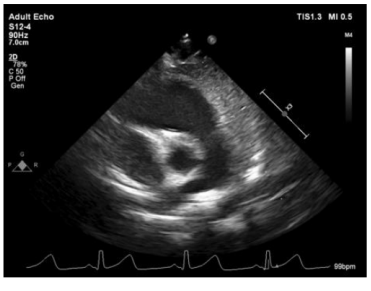
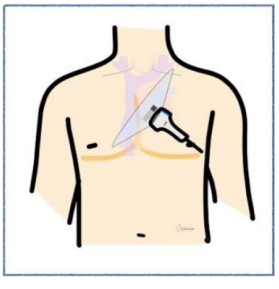
4. Parasternal short-axis view วางตำแหน่งด้านซ้ายข้างกระดูกสันอก โดยลักษณะของหัวตรวจจะตั้งฉากไปกับแนวแกนหัวใจของผู้ป่วย และ marker ชี้ไปที่ไหล่ซ้ายของผู้ป่วย (ตารางที่ 1) การวางตำแหน่งนี้จะใช้สำหรับประเมินขนาดและการบีบตัวของหัวใจห้องล่าง

5. Apical four-chamber view วางตำแหน่งด้านซ้ายของหน้าอกตรงปลายสุดของหัวใจ โดยลักษณะของหัวตรวจจะตั้งฉากไปกับลำตัวของผู้ป่วย และ marker ชี้ไปทางด้านซ้ายของผู้ป่วย (ตารางที่ 1) การวางตำแหน่งนี้จะใช้สำหรับประเมินโครงสร้างของหัวใจ ขนาดของหัวใจห้องล่าง และการบีบตัวของหัวใจ

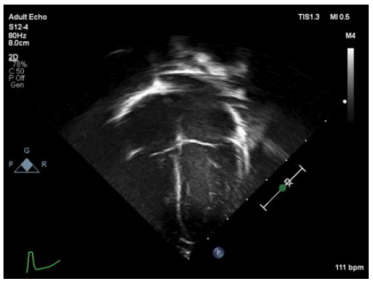
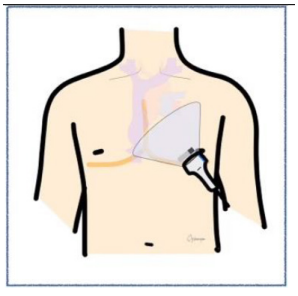
ตารางที่ 1 ตัวอย่างภาพที่ได้จากการตรวจอัลตราซาวนด์ จากการวางหัวตรวจตามตำแหน่งมาตรฐาน

ตัวอย่างลักษณะภาพ	ตำแหน่งการวางหัวตรวจ	การนำไปใช้
Subcostal long axis view 	ตำแหน่ง subxiphoid marker ชี้ไปทาง 3 นาฬิกา (ไปทางซ้ายของผู้ป่วย) 	- ใช้ประเมินน้ำซึมซ่านในถุงหุ้มหัวใจ (pericardiac effusion) - ประเมินการทำงานของหัวใจห้องล่าง - ใช้ประเมินน้ำซึมซ่านในช่องเยื่อหุ้มปอด (pleural effusion)

ตารางที่ 1 ตัวอย่างภาพที่ได้จากการตรวจอัลตราซาวนด์ จากการวางหัวตรวจตามตำแหน่งมาตรฐาน (ต่อ)

ตัวอย่างลักษณะภาพ	ตำแหน่งการวางหัวตรวจ	การนำไปใช้
Subcostal IVC view 	ตำแหน่ง subxiphoid marker ชี้ไปทาง 12 นาฬิกา (ไปทางศีรษะของผู้ป่วย) 	- ใช้ประเมินขนาดของ IVC (โดยวัดที่ตำแหน่งใต้กระบังลมพอดี) เพื่อใช้ประเมินภาวะสารน้ำในร่างกาย (volume status)
Parasternal long-axis view 	ตำแหน่งด้านซ้ายของ sternum marker ชี้ไปทาง 10-11 นาฬิกา (ไปทางไหล่ขวาของผู้ป่วย) 	- ใช้ประเมินขนาดและการทำงานของหัวใจห้องล่างซ้าย (LV size and systolic function) - ประเมินการทำงานของหัวใจห้องล่างขวาได้เพียงบางส่วน (RV size and systolic function) - ใช้ประเมินน้ำซึมซ่านในถุงหุ้มหัวใจ และใช้ในการแยกกับน้ำซึมซ่านในช่องเยื่อหุ้มปอด - สามารถใช้ประเมินภาวะ mitral regurgitation และ aortic regurgitationได้ด้วย color doppler
Parasternal short-axis view 	ตำแหน่งด้านซ้ายของ sternum marker ชี้ไปทาง 1-2 นาฬิกา (ไปทางไหล่ซ้ายของผู้ป่วย) 	- ใช้ประเมินขนาดและการทำงานของหัวใจห้องล่างซ้ายและหัวใจห้องล่างขวา - ใช้ประเมินการลักษณะวางตัวของผนังหัวใจห้องล่าง (interventricular septal configuration) - ใช้ประเมินน้ำซึมซ่านในถุงหุ้มหัวใจ และการกดเบียดหัวใจห้องขวาล่าง (RV collapse)

ตารางที่ 1 ตัวอย่างภาพที่ได้จากการตรวจอัลตราซาวนด์ จากการวางหัวตรวจตามตำแหน่งมาตรฐาน (ต่อ)

ตัวอย่างลักษณะภาพ	ตำแหน่งการวางหัวตรวจ	การนำไปใช้
Apical four-chamber view 	ตำแหน่ง point of maximal impulse (PMI) marker ชี้ไปทาง 3 นาฬิกา (ไปทางซ้ายของผู้ป่วย) 	- ใช้ประเมินขนาดและการทำงานของหัวใจห้องล่างซ้ายและหัวใจห้องล่างขวา - ใช้ประเมินการลักษณะวางตัวของผนังหัวใจห้องล่าง (interventricular septal configuration) - ใช้ประเมินน้ำซึมซ่านในถุงหุ้มหัวใจ และการกดเบียดหัวใจห้องขวาล่าง (RV collapse) - สามารถใช้ประเมินภาวะ mitral regurgitation และ tricuspid regurgitation ได้ด้วย color doppler

(เรียบเรียงโดย พญ.อังควิภา ทรัพย์รุ่งเรือง รวบรวมข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงที่ 5)

ตัวอย่างเทคนิคการนำ cardiac POCUS มาใช้ทางคลินิก[6-11]

การตรวจ cardiac POCUS ขึ้นกับสถานการณ์ที่แตกต่างกัน ในบทความนี้จะยกตัวอย่างเทคนิคการใช้ cardiac POCUS ในสถานการณ์ที่พบบ่อย ได้แก่ ภาวะหัวใจหยุดเต้น (cardiac arrest) ภาวะความดันเลือดในปอดสูง (pulmonary hypertension) ภาวะมีน้ำซึมซ่านในถุงหุ้มหัวใจ (pericardial effusion and tamponade) การประเมินปริมาณสารน้ำในร่างกาย (volume status)

1. ภาวะหัวใจหยุดเต้น (cardiac arrest)

ปัจจุบันมีการใช้ cardiac POCUS มาใช้ช่วยประเมินว่า ยังมีการทำงานของหัวใจ (cardiac activity) อยู่หรือไม่ โดย cardiac standstill หรือ cardiac akinesia หมายถึง การที่กล้ามเนื้อหัวใจไม่มีการขยับ (absent myocardial motion) และ cardiac standstill นั้นถือว่า ไม่สามารถกู้ชีพกลับมาได้อีก (irreversible) หากพบว่ามีลิ่มเลือดอยู่ในหัวใจห้องล่างแล้ว โดยทั่วไปการดูการขยับของกล้ามเนื้อหัวใจร่วมกับการขยับของลิ้นหัวใจ (valve motion) สามารถช่วยบอกถึงภาวะ cardiac standstill ได้ดีกว่าการดูเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง เนื่องจากการให้สารน้ำหรือยาทางหลอดเลือดดำอาจทำให้เกิดการขยับของลิ้นหัวใจได้ ทั้งที่หัวใจไม่ได้ทำงาน หรือการใช้เครื่องช่วยหายใจที่เป็น positive pressure ventilation อาจทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของความดันเลือดในช่องอกจากปอดที่ขยายและเกิดการขยับของหัวใจได้

ในผู้ใหญ่การทำ POCUS ที่ parasternal long-axis view เพื่อประเมินการบีบตัวของหัวใจทำได้เร็วและได้ภาพที่คุณภาพดีกว่าการทำที่บริเวณ subcostal แต่ในผู้ป่วยเด็กที่ระหว่างการช่วยกู้ชีวิตมักจะมี defibrillator pad แปะอยู่ที่หน้าอกซึ่งจะทำให้การวางหัวตรวจอัลตราซาวนด์ไปที่หน้าอกทำได้ค่อนข้างยากเนื่องจากพื้นที่มีจำกัด ดังนั้น การใช้ apical four-chamber หรือ subcostal view ร่วมกับการประเมิน femoral pulse จะช่วยให้สามารถตรวจพบ return of spontaneous circulation (ROSC) ได้ดีกว่าการทำที่บริเวณ parasternal long-axis view

2. ภาวะความดันเลือดในปอดสูง (pulmonary hypertension)

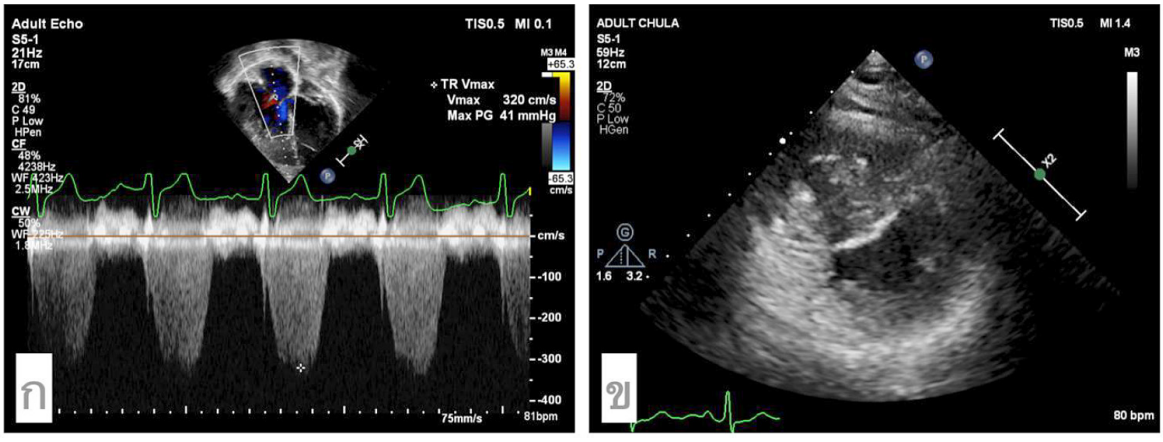
ภาวะความดันเลือดในปอดสูงเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดหัวใจห้องขวาล้มเหลว (right sided heart failure) การวินิจฉัยภาวะความดันเลือดในปอดสูงสามารถทำได้โดยการวัดความดัน mean pulmonary pressure ที่มากกว่า 20 มิลลิเมตรปรอทในขณะพัก การวัดความดันเลือดในปอดไม่สามารถทำได้จากการทำอัลตราซาวนด์โดยตรง แต่สามารถตรวจวัดทางอ้อมด้วยวิธีอื่น เช่น วัดความเร็วของการรั่วของลิ้นหัวใจ tricuspid (tricuspid regurgitation velocity; TRV) และคำนวณหาความดัน systolic ของหัวใจห้องขวาล่าง (right ventricular systolic pressure; RVSP) การดูขนาดของหลอดเลือด main pulmonary artery และการดูตำแหน่งของผนังกั้นหัวใจห้องล่าง (interventricular septal position)

การประมาณค่าความดัน systolic ของหัวใจห้องขวาล่าง (RVSP) จะมีค่าใกล้เคียงกับความดัน systolic ของ pulmonary artery (pulmonary arterial systolic pressure; PASP) เมื่อผู้ป่วยไม่มีภาวะลิ้นหัวใจ pulmonic ตีบ (pulmonary stenosis) การวัดค่า tricuspid regurgitation velocity (TRV) ทำได้โดยใช้ pulse wave doppler หรือ continuous wave doppler วางที่ตำแหน่งของลิ้นหัวใจ tricuspid ใน apical four-chamber view และนำมาคำนวณด้วยสูตร $RVSP = PASP = 4\times(TRV)^2 + CVP$ ซึ่งโดยทั่วไปหาก TRV มีค่าสูงกว่า 3.4 เมตรต่อวินาที มักจะสัมพันธ์กับความดัน PASP ที่มากกว่า 50 มิลลิเมตรปรอทในขณะพัก ดังแสดงในรูปที่ 7

การวินิจฉัยภาวะความดันเลือดในปอดสูงยังทำได้จากการสังเกตและวัดขนาดของ main pulmonary artery ซึ่งในภาวะปกติขนาดของ main pulmonary artery เมื่อเทียบกับขนาดของ aorta ใน parasternal short-axis view จะต้องมีขนาดเกือบเท่ากันในกรณีที่ผู้ป่วยไม่มีโรคหัวใจแต่กำเนิด หากผู้ป่วยมีภาวะความดันเลือดในปอดสูง ขนาดของ main pulmonary artery จะใหญ่กว่า aorta

นอกจากนี้ยังสามารถดูตำแหน่งของผนังหัวใจห้องล่าง (interventricular septum; IVS) เพื่อช่วยประเมินความดันในหัวใจห้องขวาล่าง (right ventricle; RV) เทียบกับหัวใจห้องซ้ายล่าง (left ventricle; LV) ซึ่งเทียบเท่ากับการเปรียบเทียบความดันเลือดในปอดกับความดันเลือดในร่างกาย ในคนปกติที่ความดันเลือดในปอดต่ำกว่าความดันเลือดในร่างกาย IVS จะโป่งไปทางด้าน RV ตลอดเวลา ทำให้เห็น LV เป็นทรงกลมใน parasternal short-axis view ตลอดเวลา ในขณะที่ผู้ป่วยที่มีความดันเลือดในปอดสูงที่มีค่าความดันเลือดในปอดเท่ากับความดันเลือดใน

ร่างกาย (systemic pulmonary arterial pressure) IVS จะเป็นเส้นตรง ไม่โป่งไปทางใดทางหนึ่ง ทำให้เห็น LV เป็นรูปตัว D (D-shaped LV) ใน parasternal short-axis view แต่หากความดันเลือดในปอดสูงมากกว่าความดันเลือดในร่างกาย (suprasystemic pulmonary arterial pressure) IVS จะโป่งไปทางด้าน LV ตลอดเวลา ทำให้เห็น LV เป็นรูปพระจันทร์เสี้ยวหรือคล้ายกล้วยหอม

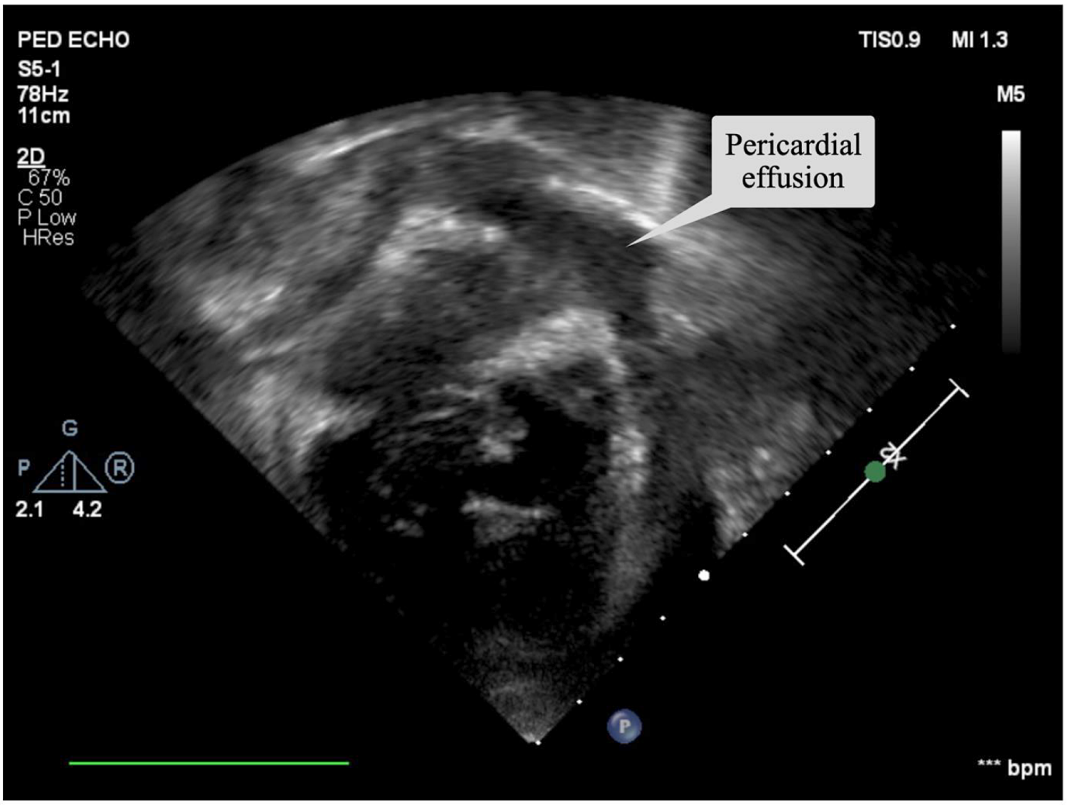


รูปที่ 7 แสดงตัวอย่างการประเมินความดันเลือดในปอด (ก) การวัดค่า tricuspid regurgitation velocity (TRV) ทำได้โดยใช้ continuous wave doppler วัดที่ตำแหน่งของลิ้นหัวใจ tricuspid ใน apical four-chamber view เพื่อประมาณค่าความดันเลือดของหัวใจห้องขวาล่าง (RVSP) โดยในผู้ป่วยรายนี้ RVSP = PASP = 41 mmHg+CVP (ข) แสดงลักษณะของผนังหัวใจห้องล่างที่ถูกเบียดเป็นรูปตัวอักษร D จากความดันเลือดในปอดสูง (D-shape LV) ใน parasternal short-axis view
(รูปประกอบโดย พญ.อังควิภา ทรัพย์รุ่งเรือง)

3. ภาวะมีน้ำซึมซ่านในถุงหุ้มหัวใจและหัวใจถูกบีบรัด (pericardial effusion and tamponade)

ภาวะมีน้ำซึมซ่านในถุงหุ้มหัวใจเป็นภาวะที่พบได้ถึงร้อยละ 10-15 ในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดหัวใจ โดยการที่มีน้ำในถุงหุ้มหัวใจปริมาณมากกว่าปกติจะทำให้ความดันเลือดในช่องถุงหุ้มหัวใจสูงขึ้น และอาจส่งผลให้เกิดภาวะหัวใจถูกบีบรัด (cardiac tamponade) จนทำให้เกิดความดันเลือดต่ำและเกิดภาวะหัวใจหยุดเต้นได้ ดังนั้นการตรวจพบที่รวดเร็วและให้การรักษาที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการเกิดภาวะดังกล่าวจึงมีความสำคัญอย่างมาก

ตำแหน่งที่ใช้วางหัวตรวจเพื่อดูน้ำซึมซ่านในถุงหุ้มหัวใจสามารถทำได้หลายตำแหน่ง ตั้งแต่ apical four-chamber หรือ subcostal view โดยน้ำจะเห็นเป็นสีดำ (anechoic) ที่อยู่ระหว่างหัวใจและถุงหุ้มหัวใจชั้นนอก (parietal pericardium) ดังแสดงในรูปที่ 8 หากมีภาวะหัวใจถูกบีบรัดเกิดขึ้นแล้ว จะเห็นการกดเบียดต่อหัวใจห้องล่างขวาในช่วงหัวใจคลายตัว และจะเห็นว่าหลอดเลือด IVC มีขนาดใหญ่และแทบไม่เปลี่ยนแปลงตามการหายใจ ซึ่งเป็นหนึ่งในภาวะฉุกเฉินที่ผู้ป่วยต้องการการเจาะน้ำออกจากถุงหุ้มหัวใจ (pericardiocentesis)



รูปที่ 8 แสดงภาวะน้ำในถุงหุ้มหัวใจ
(รูปประกอบโดย พญ.อังควิภา ทรัพย์รุ่งเรือง)

4. การประเมินปริมาณสารน้ำในร่างกาย (volume status)

การประเมินสารน้ำในร่างกายมีความสำคัญมากในเด็ก เนื่องจากภาวะน้ำเกิน (fluid overload) หรือภาวะขาดน้ำ (volume depletion) จะเพิ่มอัตราการเกิดภาวะแทรกซ้อนในผู้ป่วยเด็กให้มากขึ้น โดยในปัจจุบันยังไม่มีการตรวจมาตรฐานที่สามารถบอกปริมาณสารน้ำในร่างกายได้อย่างแม่นยำ ดังนั้นจึงมีการใช้ความดันในหลอดเลือดดำส่วนกลาง (central venous pressure; CVP) มาใช้เป็นตัวบอกปริมาณน้ำ แต่การวัดจำเป็นจะต้องใส่สายเข้าไปวัดในตัวผู้ป่วยโดยที่ปลายสายจะต้องใส่ให้เข้าใกล้หัวใจห้องบนขวามากที่สุด ซึ่งอาจไม่สามารถทำได้ในผู้ป่วยทุกราย ดังนั้นจึงมีความพยายามในการวัดโดยที่ไม่ต้องมีการใส่สายเข้าไปในตัวผู้ป่วย (non-invasive method) ด้วยการทำอัลตราซาวนด์วัดขนาดของหลอดเลือด inferior vena cava (IVC) และการเปลี่ยนแปลงของขนาด IVC ตามการหายใจ

ในสภาวะปกติขนาดของ IVC จะมีการเปลี่ยนแปลงตามการหายใจมากกว่าร้อยละ 50 ดังนั้นจึงมีการวัดขนาดของ IVC ในผู้ป่วยที่หายใจเองโดยวัดที่ subcostal IVC view ในท่านอนหงาย เพื่อป้องกันการโดนกดทับของ IVC จากอวัยวะอื่น และใช้ M mode ตัดให้ตั้งฉากกับ IVC ที่ตำแหน่งใต้กระบังลมลงมา 2 เซนติเมตร ก่อนจะ

ถึงบริเวณที่มี hepatic vein เทเข้า IVC โดยจะวัดขนาด IVC ที่ใหญ่ที่สุดขณะหายใจออก (maximum IVC diameter, IVCmax) และขนาดเล็กที่สุดขณะหายใจเข้า (minimum IVC diameter, IVCmin) เพื่อมาคำนวณ IVC collapsibility index (cIVC) โดยที่

$$cIVC = (IVCmax - IVCmin) / IVC\ max$$

ดังนั้นหาก cIVC มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 50 แสดงว่าผู้ป่วยมีภาวะความดันเลือดในหัวใจห้องขวาบนที่สูงมากกว่า 10 มิลลิเมตรปรอท หรืออาจมีภาวะ volume overload หาก cIVC มีค่าสูงมากแสดงว่าผู้ป่วยมีภาวะขาดน้ำ อย่างไรก็ดี การแปลผลจะต้องมีความระมัดระวังอย่างมากในผู้ป่วยเด็ก เนื่องจากผนังหน้าท้องที่บางอาจทำให้แรงกดหัวตรวจอัลตราซาวนด์เปลี่ยนแปลงขนาด IVC ได้ หรือหากมีการหายใจแรงหรือใส่ท่อช่วยหายใจ ความดันเลือดในปอดจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของ IVC เช่นกัน

ปัจจุบันจึงมีการวัดขนาดของ IVC เทียบกับขนาดของเส้นเลือด abdominal aorta เนื่องจากขนาดของ aorta มักไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงตามปริมาณสารน้ำในร่างกายของผู้ป่วย โดยคำนวณเป็นอัตราส่วน IVC/AO ratio โดยใช้ IVCmax ที่วัดในช่วยหายใจออก เทียบกับขนาดของ abdominal aorta ในช่วงเวลาหัวใจบีบตัวที่ตำแหน่งของกระบังลม พบว่าค่า IVC/AO ratio ที่ต่ำมีความสัมพันธ์กับภาวะขาดน้ำ ปัจจุบันมีการแนะนำค่า cut-off ที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งมักอยู่ระหว่าง 0.8-1.22

สรุป

การทำ cardiac POCUS มีความสำคัญในการช่วยประเมินภาวะต่าง ๆ ของระบบหัวใจและหลอดเลือด เพื่อช่วยในการวินิจฉัยหรือเลือกวิธีการรักษาผู้ป่วย แต่เนื่องจากการตรวจจะมีความแม่นยำหรือไม่ขึ้นกับผู้ทำอัลตราซาวนด์ (operator dependent) การตรวจที่ได้ผลเป็นลบ (negative result) ในบางกรณีจำเป็นจะต้องใช้ความระมัดระวังในการแปลผล ดังนั้นการปฏิบัติตามขั้นตอนการทำอัลตราซาวนด์และตำแหน่งในการวางหัวตรวจที่มีมาตรฐาน และการฝึกฝนให้ชำนาญจึงมีความสำคัญต่อการนำ cardiac POCUS ไปช่วยในการรักษาผู้ป่วยต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Flores S, Su E, Moher JM, Adler AC, Riley AF. Point-of-Care-Ultrasound in pediatrics: A review and update. Semin Ultrasound CT MR 2024; 45: 3-10.
2. Mohamed AA, Arifi AA, Omran A. The basics of echocardiography. J Saudi Heart Assoc 2010; 22: 71-6.
3. Choi W, Cho YS, Ha YR, et al. Role of point-of-care ultrasound in critical care and emergency medicine: update and future perspective. Clin Exp Emerg Med 2023; 10: 363-81.

4. Lu JC, Riley A, Conlon T, et al. Recommendations for Cardiac Point-of-Care Ultrasound in Children: A Report from the American Society of Echocardiography. J Am Soc Echocardiogr 2023; 36: 265-77.

5. McNamara PJ, Jain A, El-Khuffash A, et al. Guidelines and recommendations for targeted neonatal echocardiography and cardiac Point-of-Care Ultrasound in the Neonatal Intensive Care Unit: An update from the American Society of Echocardiography. J Am Soc Echocardiogr 2024; 37: 171-215.

6. Naber CE, Salt MD. POCUS in the PICU: A narrative review of evidence-based bedside ultrasound techniques ready for prime-time in pediatric critical care. J Intensive Care Med 2024: 8850666231224391.

7. Scheier E. Cardiac POCUS in pediatric emergency medicine: A narrative review. J Clin Med 2023; 12: 5666.

8. Musolino AM, Di Sarno L, Buonsenso D, et al. Use of POCUS for the assessment of dehydration in pediatric patients-a narrative review. Eur J Pediatr 2024; 183: 1091-105.

9. Persson JN, Kim JS, Good RJ. Diagnostic utility of Point-of-Care Ultrasound in the pediatric cardiac intensive care unit. Current Treatment Options in Pediatrics 2022; 8: 151-73.

10. Augustine DX, Coates-Bradshaw LD, Willis J, et al. Echocardiographic assessment of pulmonary hypertension: a guideline protocol from the British Society of Echocardiography. Echo Res Pract 2018; 5: G11-G24.

11. Martin K, Christian A, Hashim A-K, Georg H. Transthoracic echocardiography for the evaluation of children and adolescents with suspected or confirmed pulmonary hypertension. Expert consensus statement on the diagnosis and treatment of paediatric pulmonary hypertension. The European Paediatric Pulmonary Vascular Disease Network, endorsed by ISHLT and DGPK. Heart 2016; 102 Suppl 2: ii14-ii22.

กลับไปหน้าสารบัญ CUPA