

ORIGINAL ARTICLE

**ความแม่นยำของค่าจากการตรวจวัดอัลตราซาวด์เฉพาะจุดเพื่อช่วยในการทำนายระดับแลคเตทในเลือด
ในผู้ป่วยที่มีภาวะติดเชื้อในกระแสเลือดที่มีความดันโลหิตปกติ****Diagnostic Performance of Certain POCUS Parameters to Predict Blood Lactate Levels
in Non-Hypotensive Sepsis Patients**

พชร โพธิ์กลาง, พ.บ., กรองกาญจน์ สุธรรม, พ.บ., อีรพล ตั้งสุวรรณรักษ์, พ.บ.,
บวร วิทย์ขำนาญกุล, พ.บ., ณัฐธิกานต์ มีลาภ, พ.บ.

Patchara Potiklang, M.D., Krongkarn Sutham, M.D., Theerapon Tangsuwanaruk, M.D.,
Borwon Wittayachamnankul, M.D., Nattikarn Meelarp, M.D.

ภาควิชาเวชศาสตร์ฉุกเฉิน คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Department of Emergency Medicine, Faculty of Medicine, Chiang Mai University

Corresponding author E-mail: nattikarn.mee@gmail.com

Received: March 15, 2024 **Revised:** July 11, 2024 **Accepted:** July 25, 2024

บทคัดย่อ

ที่มาของปัญหา: ระดับแลคเตทในเลือดเป็นสิ่งบ่งชี้หนึ่งในการประเมินการกำซาบที่ผิดปกติในผู้ป่วยที่ติดเชื้อในกระแสเลือด (sepsis) อย่างไรก็ตามไม่สามารถส่งตรวจในแผนกฉุกเฉินทุกแห่งได้ การทำอัลตราซาวด์แบบเฉพาะจุดสามารถช่วยประเมินพลศาสตร์การไหลเวียนโลหิตของผู้ป่วยที่มีภาวะ Sepsis และอาจมีประโยชน์ในการทำนายระดับแลคเตทในเลือด

วัตถุประสงค์: ศึกษาความแม่นยำของค่าจากการตรวจวัดอัลตราซาวด์เฉพาะจุด เพื่อช่วยในการทำนายระดับแลคเตทในเลือดในผู้ป่วยที่มีภาวะ Sepsis ที่มีความดันโลหิตปกติ

วิธีการศึกษา: การศึกษาแบบภาคตัดขวางเชิงวินิจฉัยในผู้ป่วยที่มีอายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป ที่สงสัยภาวะ Sepsis ที่ไม่มีภาวะความดันโลหิตต่ำและได้รับการประเมินคะแนน NEWS (National Early Warning Score) มากกว่า 4 ที่ได้รับการรักษาที่ห้องฉุกเฉินโรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ ตั้งแต่มกราคม ถึงตุลาคม พ.ศ. 2566 แพทย์ที่ได้รับการอบรมตรวจอัลตราซาวด์เฉพาะจุดและบันทึกผล โดยผลบวก ได้แก่ ค่าดัชนีการเปลี่ยนแปลงขนาดของหลอดเลือดดำอินฟีเรียเวนาคาวา (IVC-CI) มากกว่าร้อยละ 50 ค่าการไหลเวียนของเลือดจากหัวใจห้องล่างซ้ายไปยังหลอดเลือดแดงเออร์ต้า (LVOT-VTI) น้อยกว่า 18 ซม. และค่าขนาดของหัวใจห้องซ้ายล่างขณะหัวใจคลายตัวสุด (LVEDD) น้อยกว่า 25 มม. เพื่อวิเคราะห์ค่าการทำนายระดับแลคเตทในเลือดมากกว่าหรือเท่ากับ 2 และ 4 mmol/L โดยแพทย์ที่แปลผลอัลตราซาวด์ไม่ทราบระดับแลคเตท วิเคราะห์ข้อมูลด้วยความไว (sensitivity) ความจำเพาะ (specificity) ค่าทำนายที่เป็นบวก (PPV) และค่าทำนายที่เป็นลบ (NPV) ของการตรวจวัดค่าอัลตราซาวด์ในการทำนายระดับแลคเตทและการใช้ ROC Curve หาพื้นที่ใต้โค้ง เพื่อประเมินความแม่นยำของการทำนาย

ผลการศึกษา: ผู้เข้ารับการศึกษารวม 95 ราย พบว่ากรณีที่อัลตราซาวด์มีผลเป็นบวกอย่างน้อย 1 ใน 3 วิธี มีความไว ในการตรวจร้อยละ 90.9 (70.8-98.9) และความจำเพาะในการตรวจร้อยละ 37.5 (26.4-49.7) พื้นที่ใต้เส้นโค้งเท่ากับ 0.64 และค่าทำนายเมื่อผลเป็นลบร้อยละ 93.1 (77.2-99.2) ในการทำนายระดับแลคเตทในเลือดมากกว่าหรือเท่ากับ 4 mmol/L วิธีตรวจที่มีความไวสูงที่สุดคือ LVEDD น้อยกว่า 25 มม. (ร้อยละ 72.7) และมีความจำเพาะมากที่สุดคือ LVOT VTI น้อยกว่า 18 ซม. (ร้อยละ 70.8) ความไวของการตรวจด้วยอัลตราซาวด์ทั้ง 3 วิธี ร้อยละ 18.2 และค่าความจำเพาะร้อยละ 91.7

สรุป: การประเมินด้วยอัลตราซาวด์เฉพาะจุดเพียงอย่างเดียวอาจไม่มีความแม่นยำพอในการทำนายระดับแลคเตทในเลือด อย่างไรก็ตามอาจใช้ในการกรณีที่ไม่สามารถเจาะตรวจระดับแลคเตทในเลือดได้ ในผู้ป่วยติดเชื้อ ในกระแสเลือดที่มีความดันโลหิตปกติ กรณีที่ตรวจแล้วไม่พบว่ามีผลบวกของ IVC-CI, LVOT VTI และ LVEDD อาจอนุมานได้ว่าผู้ป่วยรายนั้นน่าจะมีระดับแลคเตทในเลือดไม่เกิน 4 mmol/L

คำสำคัญ: ภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด, ค่าระดับแลคเตท, การตรวจอัลตราซาวด์เฉพาะจุด, ภาวะแลคเตทในเลือดคั่ง

Thaiclinicaltrials.org number, TCTR20231011003

ABSTRACT

BACKGROUND: Blood lactate levels are crucial indicators for the detection of hypoperfusion in sepsis. However, the facilities for testing remain limited in many emergency departments (EDs). Point-of-care ultrasound (POCUS) is used to help assess the hemodynamic status of emergency patients, including those with sepsis and may have the potential to predict blood lactate levels.

OBJECTIVES: This study aims to demonstrate the diagnostic performance of certain POCUS parameters regarding the prediction of blood lactate levels in non-hypotensive sepsis patients.

METHODS: This cross-sectional diagnostic study focused on patients aged 18 and above without hypotension, but were suspected of sepsis with a National Early Warning Score (NEWS) of more than 4, who visited the ED of Maharaj Nakorn Chiang Mai Hospital between January and October 2023. Trained physicians performed relevant POCUS measurements on all participants, and the results were recorded. Positive POCUS parameters, including IVC-CI >50% collapsibility in spontaneous ventilation or >18% distensibility in mechanical positive pressure ventilation, LVOT VTI <18 cm, or LVEDD <25 mm or 'LV kissing', were blinded to assess the prediction of blood lactate levels ≥ 2 and ≥ 4 mmol/L. Diagnostic performance analysis was performed using sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV), and negative predictive value (NPV) of POCUS parameters to predict blood lactate levels. The ROC curve was utilized to determine the area under the curve (AUC) to evaluate the accuracy of the predictions.

RESULTS: A total of 95 non-hypotensive sepsis patients were included. For identification of participants with blood lactate levels ≥ 4 mmol/L, any single positive POCUS parameter exhibited a sensitivity of 90.9% (70.8-98.9), specificity of 37.5% (26.4-49.7) (AuROC 0.64), and NPV of 93.1% (77.2-99.2). The POCUS parameter with the highest sensitivity was LVEDD <25 mm (72.7%), and with the highest specificity was LVOT VTI <18 cm (70.8%). The sensitivity of triple positive POCUS parameters was 18.2%, while specificity was 91.7%.

CONCLUSIONS: Sole utilization of ultrasound parameters may not be feasible for the prediction of lactate levels. However, in situations where the facility to measure blood lactate levels is not available, the absence of any positive findings in POCUS parameters such as IVC-CI, LVOT VTI, or LVEDD can be employed as an initial screening method for sepsis patients without hypotension in the emergency department, aiming to exclude lactate levels ≥ 4 mmol/L.

KEYWORDS: sepsis, blood lactate, point-of-care ultrasound, hyperlactatemia.

บทนำ

ปัจจุบันภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด (เหตุพิษติดเชื้อ, sepsis) เป็นสาเหตุการเสียชีวิตและสาเหตุของความทุพพลภาพที่พบได้มากในประเทศไทยและมีหลักฐานที่แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการตรวจพบและการให้การรักษาทันท่วงทีที่สามารถช่วยลดการเสียชีวิตได้ มีการศึกษาการใช้สารชีวภาพ (biomarkers) หลากหลายชนิดเพื่อประเมินผู้ป่วยที่มีภาวะช็อกระดับเซลล์ (micro-circulation) หนึ่งในนั้นคือ ระดับแลคเตท ในเลือด²⁻⁵ โดยแนวทางการรักษาได้กล่าวถึงการให้ระดับแลคเตทในเลือดเพื่อเป็นแนวทางในการรักษาหรือติดตามการรักษาซึ่งสามารถบ่งบอกถึงความสามารถของการกำซาบของเนื้อเยื่อ (perfusion)² มีหลักฐานพบว่าการมีค่าแลคเตทสูงอาจแสดงภาวะ Cardiac output ที่ต่ำ ซึ่งโดยส่วนใหญ่ในผู้ป่วย Sepsis สะท้อนถึงภาวะพร่องสารน้ำ โดยแนวทางมาตรฐานในการรักษาผู้ป่วย Sepsis ในปัจจุบันกล่าวว่าในผู้ป่วยที่สงสัย Sepsis แล้วตรวจพบว่ามีระดับแลคเตทในเลือดมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 มิลลิโมลต่อลิตร (mmol/L) ในขณะที่มีการให้สารน้ำอย่างเพียงพอแล้วถือว่าเป็นเกณฑ์ข้อหนึ่งที่ใช้วินิจฉัยภาวะ Septic shock¹ (ช็อกจากพิษเหตุติดเชื้อ) นอกจากนี้ มีหลักฐานว่าหากแลคเตทในเลือดมีค่าตั้งแต่ 4 mmol/L ตั้งแต่แรกเริ่มมีการเพิ่มอัตราการเสียชีวิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและเป็นกลุ่มที่มีภาวะ Hypoperfusion ควรได้รับสารน้ำปริมาณมากแต่แรกเริ่ม^{1,6} ดังนั้นระดับแลคเตท ในเลือดจึงเป็นการส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการที่สำคัญในผู้ป่วยสงสัย Sepsis เพื่อนำสู่การรักษาที่รวดเร็ว อย่างไรก็ตามการส่งตรวจแลคเตทในยังมีข้อจำกัดคือ ไม่สามารถส่งตรวจได้ทุกโรงพยาบาลและในบางแห่งใช้เวลานานกว่า 1 ชั่วโมง ในการทราบผลและ อาจส่งผลต่อการให้การรักษาโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มผู้ป่วย Sepsis ที่ยังไม่พบภาวะความดันโลหิตต่ำ ดังนั้นหากสามารถทำนายระดับแลคเตทในเลือดในผู้ป่วยกลุ่มที่สงสัย Sepsis เพื่อให้การรักษาด้วยสารน้ำอย่างรวดเร็วในชั่วโมงแรกตามแนวทางของ Surviving sepsis campaign guideline¹ โดยใช้วิธีทางเลือกอาจส่งผลดีในการรักษาผู้ป่วย

การตรวจประเมินด้วยการใช้ Point-of-care Ultrasound (POCUS) หรือ อัลตราซาวด์แบบเฉพาะจุด

เป็นเครื่องมือที่แพทย์สามารถใช้ประเมินได้ง่ายและรวดเร็วในการประเมินผู้ป่วยที่มีภาวะฉุกเฉินและใช้ประเมินระบบไหลเวียนโลหิตหรือสารน้ำในผู้ป่วย Sepsis⁷⁻⁹ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าสามารถใช้ค่าจากการอัลตราซาวด์ เพื่อประเมินการตอบสนองต่อการให้สารน้ำ (fluid responsiveness) เช่น ค่าดัชนีการเปลี่ยนแปลงขนาดของ หลอดเลือดดำอินฟีเรียเวนาคาวา (Inferior Vena Cava Collapsibility and Distensibility Index, IVC-CI)⁸ และค่าการไหลเวียนของเลือดจากหัวใจห้องล่างซ้ายไปยังหลอดเลือดแดงเอออร์ตา (Left Ventricular Outflow Tract Velocity Time Integral, LVOT VTI) เป็นต้น¹⁰ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของ Perfusion ในภาวะ Sepsis และส่งผลกระทบต่อระดับแลคเตทในเลือด คณะผู้ศึกษาจึงทำการศึกษาครั้งนี้ เพื่อศึกษาความแม่นยำของการประเมินการตอบสนองต่อการให้สารน้ำจากการตรวจวัดด้วยอัลตราซาวด์เฉพาะจุด ได้แก่ ค่า IVC-CI ค่า LVOT VTI และค่าขนาดของหัวใจห้องล่างซ้ายขณะหัวใจคลายตัวสุด (Left Ventricular End Diastolic Diameter, LVEDD)⁹ เพื่อทำนายระดับแลคเตทในเลือดที่ผู้ป่วยที่มีภาวะ Sepsis ที่ไม่มีภาวะความดันโลหิตต่ำในห้องฉุกเฉิน โดยเลือกค่าแลคเตทที่มากกว่าหรือเท่ากับ 2 mmol/L และ 4 mmol/L เนื่องจากมีประโยชน์ต่อการประยุกต์ใช้ทางคลินิก

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวางเชิงวินิจฉัย (cross-sectional diagnostic study) โดย เก็บข้อมูลในผู้ป่วยที่สงสัยว่ามีภาวะ Sepsis และเข้ารับการรักษาที่ห้องฉุกเฉินโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งเป็นโรงพยาบาลระดับตติยภูมิ โดยเก็บข้อมูลในช่วงวันที่ 1 มกราคม ถึงวันที่ 31 ตุลาคม พ.ศ. 2566 ทำการเก็บข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วย การรักษา ผลการตรวจอัลตราซาวด์ และระดับแลคเตทในเลือด การศึกษานี้ได้ผ่านการพิจารณาด้านจริยธรรมโดยคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (เลขที่ 440/2565, STUDY CODE: EME-2565-09257) การศึกษานี้เป็นไปตามมาตรฐานของคำแนะนำสำหรับ การรายงานการศึกษาเชิงวินิจฉัย (STARD)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

เกณฑ์การคัดเลือก (eligibility criteria) มีดังนี้ ผู้ป่วยที่เข้าสู่การศึกษา (inclusion criteria) ได้แก่ ผู้ป่วยที่อายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป สงสัยมีการติดเชื้อหรือมีไข้และมีค่า NEWS (National Early Warning Score) มากกว่า 4¹¹ ซึ่งเป็นการคัดกรองผู้สงสัย Sepsis อย่างรวดเร็วก่อนรอฟลทางห้องปฏิบัติการ เพื่อกำหนดคะแนน SOFA (Sequential Organ Failure Assessment) ในการวินิจฉัย Sepsis ผู้ป่วยต้องมีสติสัมปชัญญะมากพอที่จะรับทราบเกี่ยวกับการศึกษาหรือมีผู้ดูแลที่เกี่ยวข้องทางกฎหมายสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับการศึกษาได้ เกณฑ์คัดออก (exclusion criteria) ได้แก่ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (Systolic Blood Pressure, SBP) ต่ำกว่า 90 มิลลิเมตรปรอท เป็นโรคลมชักที่มีอาการชักเกร็งล่าสุดภายใน 12 ชั่วโมง มีประวัติได้รับอุบัติเหตุภายในระยะเวลา 3 วัน มีประวัติได้รับอุบัติเหตุภายในระยะเวลา 3 วัน มีภาวะพร่องออกซิเจน แม้จะได้รับการแก้ไขที่ห้องฉุกเฉินแล้ว ได้รับการวินิจฉัยว่ามีภาวะช็อกอื่นที่ไม่ใช่ Sepsis มีประวัติเป็นโรคหัวใจตีบหรือรั่วที่ยังไม่ได้รับการแก้ไข ผู้ป่วยที่มีโรคหัวใจเรื้อรัง ได้แก่ โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ โรคหัวใจเต้นผิดจังหวะ หัวใจวายเรื้อรัง ผู้ป่วยที่มีภาวะตับแข็งที่มีภาวะเส้นเลือดโป่งพอง ผู้ป่วยที่มีภาวะความดันโลหิตสูง เช่น ภาวะปอดอุดกั้นเรื้อรัง ภาวะลิ่มเลือดอุดกั้นในปอด ได้รับยากระตุ้นหัวใจ ได้รับสารน้ำมากกว่า 200 มิลลิลิตร ก่อนเข้าการศึกษาและผู้ป่วยปฏิเสธเข้าร่วมการศึกษา

ผู้ทำการตรวจวัดค่าต่างๆ ด้วยอัลตราซาวด์ในการศึกษานี้ ได้แก่ แพทย์ประจำบ้านและอาจารย์แพทย์ ซึ่งผ่านการอบรมภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้อัลตราซาวด์เบื้องต้นในผู้ป่วยฉุกเฉินเป็นเวลา 2 วัน โดยมีการฝึกปฏิบัติเพิ่มเกี่ยวกับการวัดค่า IVC-CI, LVEDD และ LVOT VTI จำนวน 2 ชั่วโมง เมื่อผู้ป่วยเข้าเกณฑ์การคัดเข้า ผู้เก็บข้อมูลที่ได้รับการอบรมจะแนะนำตัวและแนะนำการศึกษา พร้อมทั้งขอความยินยอมในการเข้าร่วมการศึกษา ผู้เข้ารับการศึกษาจะได้รับการซักประวัติและตรวจร่างกาย จากนั้นแพทย์ผู้ดูแลจะทำการตรวจวัดค่าต่างๆ ด้วยอัลตราซาวด์ในท่านอนราบโดยใช้เครื่องอัลตราซาวด์ รุ่น GE Venue™ แบบ 3 หัวตรวจ ซึ่งมี

โปรแกรมอัจฉริยะที่สามารถช่วยในการวัด Automatic Inferior Vena Cava measuring tool หรือ Auto-IVC และค่า Automatic Velocity Time Integral measuring tool หรือ Auto-VTI โดยเครื่องสามารถวิเคราะห์คุณภาพและแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของภาพ กำหนดให้ผู้ตรวจทำการวัดค่าต่างๆ (ภาคผนวกที่ 2) ภาพที่ได้จากการตรวจดังกล่าวจะถูกบันทึกเก็บในแบบคลิปปิดโดยแพทย์ที่ทำอัลตราซาวด์จะไม่ทราบผลการตรวจระดับแลคเตทในเลือดมาก่อน โดยการศึกษาที่กำหนดให้ค่าผลการตรวจด้วยอัลตราซาวด์เป็นบวก (positive POCUS parameter) สำหรับการตรวจด้วย IVC-CI ในผู้ป่วยที่หายใจเองคือ มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 50 ในผู้ป่วยที่ใช้เครื่องช่วยหายใจแรงดันบวกคือ มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 18 การตรวจด้วย LVEDD คือ น้อยกว่า 25 มม. การตรวจด้วย LVOT VTI คือ น้อยกว่า 18 ซม. (ภาคผนวกที่ 2 และ ภาคผนวกที่ 3) โดยผู้ป่วยทุกรายจะได้รับการดูแลรักษาตามแนวทางปฏิบัติคนไข้ Sepsis ของโรงพยาบาลข้อมูลจากเวชระเบียนที่ถูกบันทึกไว้ในระบบสารสนเทศจะถูกบันทึกลงในแบบบันทึกข้อมูล ภาพบันทึกอัลตราซาวด์จะถูกส่งมอบทวนคุณภาพความชัดเจนซ้ำโดยอาจารย์แพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านอัลตราซาวด์ฉุกเฉินโดยปกปิดผลระดับแลคเตทในเลือดและให้คะแนนคุณภาพของภาพ หลังจากนั้นนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ผลเพื่อศึกษาความแม่นยำของค่าที่ได้จากการตรวจวัดด้วยอัลตราซาวด์ โดยข้อมูลบันทึกที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์จะไม่เปิดเผยชื่อและไม่ระบุข้อมูลที่สามารถระบุตัวตนได้

อนุมานจากคำนิยามของแนวทางการดูแลผู้ป่วย “Sepsis-3”¹² กล่าวว่า ในผู้ป่วยที่มีภาวะ Sepsis ที่ไม่มีความดันโลหิตต่ำได้รับสารน้ำไปปริมาณหนึ่งแล้วยังมีระดับแลคเตทในเลือดมากกว่าหรือเท่ากับ 2 mmol/L อาจสงสัยว่าผู้ป่วยอยู่ในภาวะ Septic shock และแนะนำให้สารน้ำ มีการศึกษาพบว่าผู้ป่วยที่มี IVC-CI จากการทำอัลตราซาวด์ที่สามารถทำนายการตอบสนองต่อการรักษาด้วยการให้สารน้ำโดยใช้ค่าจุดตัดที่ 0.32 ซึ่งที่จุดนี้ จะมีความไว (sensitivity) ร้อยละ 72.4 และความจำเพาะ (specificity) ร้อยละ 82.8 และมีพื้นที่ใต้เส้นโค้ง ร้อยละ 82.9¹³ ดังนั้นจึงอนุมานได้ว่าผู้ป่วย ที่มี IVC-CI ที่มาจาก

การทำอัลตราซาวด์น่าจะเป็นผู้ที่มีโอกาสตอบสนองต่อสารน้ำที่ให้ซึ่งก็น่าจะเป็นผู้ที่มิระดับแลคเตทในเลือดมากกว่าหรือเท่ากับ 2 mmol/L จำนวนขนาดตัวอย่างด้วยวิธี Estimating an infinite population proportion (one-sample comparison of proportion) ได้ขนาดตัวอย่างที่คำนวณจากค่า Sensitivity จำนวน 80 ราย เมื่อคำนวณจาก Specificity ร้อยละ 82.8 ได้ขนาดตัวอย่างที่คำนวณจาก ค่า Specificity จำนวน 55 ราย เนื่องจากขนาดตัวอย่างที่คำนวณได้จาก Sensitivity มีค่ามากกว่าขนาดตัวอย่างที่ได้จาก Specificity จึงเลือกขนาดตัวอย่างจากการคำนวณ Sensitivity กล่าวคือ 80 ราย เพิ่มขนาดตัวอย่างสำหรับ Missing และ Incomplete data ร้อยละ 10 ดังนั้น จึงต้องการผู้ป่วยที่เข้ารับการศึกษารวมอย่างน้อย 90 ราย

การวิเคราะห์ข้อมูล

แสดงข้อมูลทั่วไป ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา หาความแตกต่างของข้อมูลต่อเนื่องโดยใช้ Independent t-test หรือ Mann-Whitney U test ตามลักษณะการ

กระจายของข้อมูล วิเคราะห์ Diagnostic test parameter ด้วย Sensitivity, Specificity, Positive Predictive Value (PPV), Negative Predictive Value (NPV), Positive Likelihood Ratio (LHR+), Negative Likelihood Ratio (LHR-), Area under the Receiver Operator Characteristic (AuROC, AUC) จุดตัด (cut-off point) สำหรับ Ultrasound parameter อ้างอิงตามค่าจำกัดความของภาวะตอบสนองต่อสารน้ำ (ภาคผนวกที่ 1-3) เพื่อง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้ ใช้โปรแกรม Stata® version 16 (Stata Corp LLC, College Station, TX, USA) ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติเมื่อ $p < 0.05$

ผลการศึกษา

จากผลการศึกษาผู้ป่วยที่สงสัยภาวะ Sepsis จำนวน 141 ราย เข้าเกณฑ์คัดออกทั้งสิ้น 51 ราย ตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ข้อมูลจำนวน 95 ราย (รูปที่ 1) และลักษณะทั่วไปของตัวอย่าง (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 Baseline characteristic

Baseline characteristic	IVC-CI collapsibility $\geq 50\%$ OR distensibility $\geq 18\%$ (n=95)	LVOT VTI <18 cm. (n=95)	LVEDD <25 mm (n=95)
Age, mean $\pm$ SD	63.5 $\pm$ 5.3	62.3 $\pm$ 14.1	63.3 $\pm$ 14.2
Male sex: n (%)	24 (72.7)	18 (69.2)	27 (56.7)
Triage level: n (%)			
- Resuscitation	5 (15.2)	3 (11.5)	6 (12.5)
- Emergency	25 (75.8)	21 (80.8)	36 (75.0)
- Urgency	3 (9.1)	2 (7.7)	6 (12.5)
NEWS score, median (IQR)	6 (5-6)	6 (5-6)	5 (5-6)
Body temperature in Celsius, mean $\pm$ SD	38.6 $\pm$ 0.8	38.6 $\pm$ 0.7	38.4 $\pm$ 0.8
Heart rate (bpm), mean $\pm$ SD	113 $\pm$ 22	119 $\pm$ 22	108 $\pm$ 24
Systolic blood pressure, median (IQR)	114 (100-137)	103 (95-115)	108 (97-135)
Diastolic blood pressure, mean $\pm$ SD	66 $\pm$ 16	69 $\pm$ 15	67 $\pm$ 16
Mean arterial pressure, mean $\pm$ SD	80 $\pm$ 16	80 $\pm$ 15	81 $\pm$ 17
Blood lactate (mmol/L), median (IQR)	3.5 (2.2-4.1)	3.5 (2.3-3.9)	3.4 (2.3-4.2)
Positive pressure ventilation, N (%)	3 (9.1)	2 (7.7)	4 (8.3)
Creatinine (mg/dL): median (IQR)	1.26 (0.9-1.4)	1.2 (1.1-1.4)	1.28 (0.97-1.58)

จากการทบทวนภาพบันทึกจากการตรวจประเมินด้วยอัลตราซาวด์ทั้ง 3 วิธีนั้นพบว่ามีการบันทึกไว้ร้อยละ 93 ของจำนวนภาพที่ควรบันทึกได้ทั้งหมด และเมื่อประเมิน

ภาพโดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านอัลตราซาวด์ฉุกเฉินโดยทำการสุ่มตรวจภาพที่บันทึกจำนวนร้อยละ 50.4 ของภาพที่บันทึกไว้ทั้งหมดพบว่ามีความแม่นยำคุณภาพของความชัดเจน

สมมุติของภาพที่บันทึกไว้อยู่ที่คะแนนเฉลี่ย 1.4 (95% CI, 1.08-1.89) จากคะแนนเต็ม 2

ค่าเฉลี่ยของระดับแลคเตทในเลือดในกลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการวัดประเมินด้วยอัลตราซาวด์ โดยเปรียบเทียบ

ผู้ป่วยในกลุ่มที่มีค่าผลการตรวจเป็นบวก (positive POCUS parameter) กับกลุ่มผู้ป่วยที่มีผลเป็นลบ (negative POCUS parameter) พบว่าระดับแลคเตทในเลือดระหว่างกลุ่มไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 Median lactate level in each positive POCUS parameter

POCUS Parameters	lactate level (mmol/L) median (IQR) (In positive parameter group)	lactate level (mmol/L) median (IQR) (In negative parameter group)	p-value
IVC collapsibility $\geq 50\%$ Or distensibility $\geq 18\%$	3.5 (2.2-4.1)	3.1 (2.3-3.6)	0.09
LVOT VTI <18 cm	3.5 (2.3-3.9)	3.1 (2.1-3.6)	0.07
LVEDD <25 mm	3.4 (2.3-4.2)	3.1 (2.1-3.6)	0.09

จากข้อมูลการใช้อัลตราซาวด์ทำนายระดับแลคเตทในเลือดมากกว่าหรือเท่ากับ 2 mmol/L การตรวจที่มี Sensitivity สูงที่สุดสำหรับ Single parameter ได้แก่ LVEDD กล่าวคือ ร้อยละ 50.7 (38.9-62.4) และ Specificity ร้อยละ 44.4 (21.5-69.2) PPV ร้อยละ 79.2 (65-89.5) และ NPV ร้อยละ 17.8 (8-32.1) Positive LHR เท่ากับ 0.91 (0.57-1.46) Negative LHR เท่ากับ 0.97 (0.46-2.04) และมี AuROC เท่ากับ 0.5 (0.39-0.62) ส่วนการตรวจที่มี Specificity สูงที่สุดสำหรับ Single parameter ได้แก่ LVOT VTI กล่าวคือร้อยละ 83.3 (51.6-97.9) และมี Sensitivity ร้อยละ 40.7 (28.1-54.3) PPV ร้อยละ 92.3 (74.9-99.1) NPV ร้อยละ 22.2 (11.2-37.1) Positive LHR เท่ากับ 2.44

ตารางที่ 3 Ultrasound predictors for blood lactate ≥ 2 mmol/L

Ultrasound parameter predict serum lactate ≥ 2	Sensitivity (95%CI)	Specificity (95%CI)	PPV (95%CI)	NPV (95%CI)	LHR+ (95%CI)	LHR- (95%CI)	AUROC (95%CI)
Any single positive parameter	69.3 (57.6-79.5)	31.6 (12.6-56.6)	80.0 (68.2-88.9)	20.7 (8.0-39.7)	1.01 (0.72-1.42)	0.97 (0.46-2.04)	0.50 (0.39-0.62)
Single parameter:							
IVC collapsibility $\geq 50\%$ Or distensibility $\geq 18\%$	33.3 (22.9-45.2)	57.9 (33.5-79.7)	75.8 (57.7-88.9)	18.0 (9.4-30.0)	0.79 (0.43-1.47)	1.15 (0.76-1.74)	0.46 (0.33-0.58)
Single parameter:							
LVEDD <25 mm	50.7 (38.9-62.4)	44.4 (21.5-69.2)	79.2 (65.0-89.5)	17.8 (8.0-32.1)	0.91 (0.57-1.46)	1.11 (0.63-1.95)	0.48 (0.34-0.61)
Single: VTI <18	40.7 (28.1-54.3)	83.3 (51.6-97.9)	92.3 (74.9-99.1)	22.2 (11.2-37.1)	2.44 (0.66-8.97)	0.71 (0.51-0.99)	0.62 (0.49-0.75)
IVC+LVEDD:	22.7 (13.8-33.8)	73.7 (48.8-90.9)	77.3 (54.6-92.2)	19.4 (11.1-30.5)	0.86 (0.36-2.04)	1.05 (0.78-1.41)	0.48 (0.37-0.59)
IVC+VTI:	20.0 (11.6-30.8)	89.5 (66.9-98.7)	88.2 (63.6-98.5)	88.2 (63.6-98.5)	1.90 (0.47-7.60)	0.89 (0.74-1.08)	0.55 (0.46-0.63)
LVEDD+VTI:	16.0 (8.6-26.3)	94.7 (74.0-99.9)	92.3 (64.0-99.8)	22.2 (13.7-32.8)	3.04 (0.42-21.95)	0.89 (0.77-1.02)	0.55 (0.49-0.62)
IVC+VTI+LVEDD:	12.0 (5.6-21.6)	94.7 (74.0-99.9)	90.0 (55.5-99.7)	21.4 (13.2-31.7)	2.28 (0.31-16.91)	0.93 (0.81-1.06)	0.53 (0.47-0.60)

(2.44-8.97) Negative LHR 0.71 (0.51-0.99) และค่า AuROC 0.62 (0.49-0.75) เมื่อใช้ LVEDD ร่วมกับ LVOT VTI แล้วทำให้ Specificity สูงขึ้นกล่าวคือร้อยละ 94.7 (74-99.9) Sensitivity ร้อยละ 16 (8.6-26.3) PPV ร้อยละ 92.3 (64-99.8) NPV ร้อยละ 22.2 (13.7-32.8) Positive LHR เท่ากับ 3.04 (0.42-21.95) Negative LHR 0.89 (0.77-1.02) และค่า AUROC 0.55 (0.49-0.62) โดยการใช้ LVEDD ร่วมกับ LVOT VTI ให้ Specificity ใกล้เคียงกับการใช้ 3 วิธีร่วมกัน อย่างไรก็ตามค่าพื้นที่ใต้เส้นโค้งในการใช้อัลตราซาวด์ทำนายระดับแลคเตทในเลือดมากกว่าหรือเท่ากับ 2 mmol/L มีค่าน้อย (ตารางที่ 3)

จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าค่าที่ตรวจวัดได้จาก อัลตราซาวด์มีผลเป็นบวกอย่างน้อย 1 ใน 3 วิธี (any single positive POCUS parameter) มีค่า Sensitivity และ Specificity ของการวินิจฉัยภาวะแลคเตทในเลือด

มากกว่าหรือเท่ากับ 4 mmol/L อยู่ที่ย้อยละ 90.9 (70.8-98.9) และร้อยละ 37.5 (26.4-49.7) ตามลำดับ ค่า NPV ร้อยละ 93.1 (77.2-99.2) และค่า AuROC เท่ากับ 0.64 (0.56-0.73) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 POCUS predictors for blood lactate ≥ 4 mmol/L

Ultrasound parameter predict serum lactate ≥ 4	Sensitivity (95%CI)	Specificity (95%CI)	PPV (95%CI)	NPV (95%CI)	LHR+ (95%CI)	LHR- (95%CI)	AUROC (95%CI)
Any single positive parameter	90.9 (70.8-98.9)	37.5 (26.4-49.7)	30.8 (19.9-43.4)	93.1 (77.2-99.2)	1.45 (1.16-1.82)	0.24 (0.06-0.94)	0.64 (0.56-0.73)
Single parameter:							
IVC collapsibility $\geq 50\%$	54.5 (32.2-75.6)	70.8 (58.9-81.0)	36.4 (20.4-54.9)	83.6 (71.9-91.8)	1.87 (1.11-3.16)	0.64 (0.40-1.04)	0.63 (0.51-0.75)
Or distensibility $\geq 18\%$	72.7 (49.8-89.3)	54.9 (42.7-66.8)	33.3 (20.4-48.4)	86.7 (73.2-94.9)	1.61 (1.12-2.32)	0.50 (0.24-1.01)	0.64 (0.53-0.75)
Single parameter: LVEDD < 25 mm	43.8 (19.8-70.1)	65.5 (51.4-77.8)	26.9 (11.6-47.8)	80.0 (65.4-90.4)	1.27 (0.65-2.46)	0.86 (0.54-1.38)	0.55 (0.41-0.69)
Single: VTI < 18	36.4 (17.2-59.3)	80.6 (69.5-88.9)	36.4 (17.2-59.3)	80.6 (69.5-88.9)	1.87 (0.91-3.86)	0.79 (0.56-1.11)	0.58 (0.47-0.70)
IVC+LVEDD:	27.3 (10.7-50.2)	84.7 (74.3-92.1)	35.3 (14.2-61.7)	79.2 (68.5-87.6)	1.79 (0.75-4.27)	0.86 (0.65-1.13)	0.56 (0.46-0.66)
IVC+VTI:	22.7 (7.8-45.4)	88.9 (79.3-95.1)	38.5 (13.9-68.4)	79.0 (68.5-87.3)	2.05 (0.74-5.62)	0.87 (0.68-1.11)	0.56 (0.46-0.65)
LVEDD+VTI:	18.2 (5.2-40.3)	91.7 (82.7-96.9)	40.0 (12.2-73.8)	78.6 (68.3-86.8)	2.18 (0.68-7.04)	0.89 (0.72-1.10)	0.55 (0.46-0.64)
IVC+VTI+LVEDD:							

อภิปรายผล

จากการศึกษาพบว่าในผู้ป่วยที่สงสัยภาวะ Sepsis ที่ยังไม่พบภาวะความดันโลหิตต่ำ เมื่อใช้อัลตราซาวด์วัด ประเมินค่าได้แก่ ค่า IVC-CI ที่มีการเปลี่ยนแปลงมาก (เกินร้อยละ 50 ในผู้ป่วยหายใจตัวเองหรือเกินร้อยละ 18 ในผู้ป่วยใช้เครื่องช่วยหายใจแรงดันบวก) ค่า LVOT VTI น้อยกว่า 18 ซม. และค่า LVEDD น้อยกว่า 25 มม. พบว่าค่าที่วัดประเมินแล้วได้ผลบวกด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งหรือ ร่วมกันหลายวิธี มีความสามารถในการทำนายระดับ แลคเตท ในเลือดที่เกินกว่า 2 และ 4 mmol/L ได้ไม่แม่นยำ โดยหากต้องการเพิ่ม Sensitivity และ Specificity ต้องใช้ การประเมินทั้ง 3 วิธีร่วมกัน และเมื่อพิจารณา AuROC พบว่ายังไม่มีความแม่นยำเพียงพอ

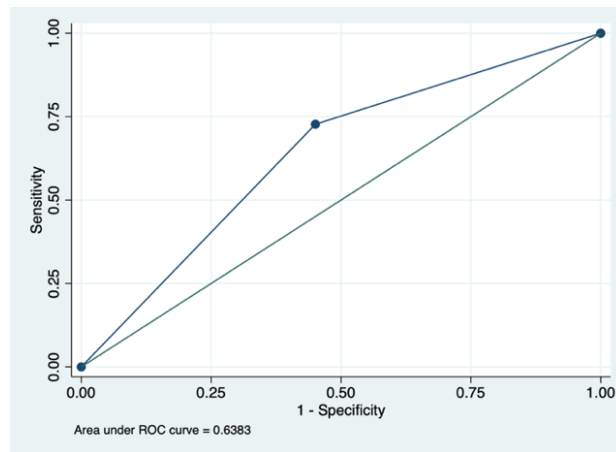
เมื่อวิเคราะห์ความแม่นยำของการอัลตราซาวด์เพื่อ ใช้ทำนายระดับแลคเตทในเลือดมากกว่าหรือเท่ากับ 2 mmol/L พบว่ามี Sensitivity และ Specificity ในการวินิจฉัย ค่อนข้างต่ำ แม้จะพบว่า Specificity จะดีขึ้นหากใช้การ

อัลตราซาวด์หลายวิธีร่วมกันแต่ความแม่นยำจากพื้นที่ใต้ กราฟยังอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่น่าเชื่อถือ (AuROC=0.53 (0.47-0.60) สำหรับ Triple positive POCUS parameter อาจ อนุมานได้ว่าการใช้อัลตราซาวด์วัดค่าต่างๆ ยังไม่มีความ แม่นยำในการระบุภาวะ Poor tissue perfusion และ ระดับแลคเตทในเลือดมากกว่าหรือเท่ากับ 2 mmol/L ใน ผู้ป่วยสงสัยภาวะ Sepsis อย่างไรก็ตามการศึกษานี้พบ ว่าในการทำนายระดับแลคเตทในเลือดมากกว่าหรือ เท่ากับ 4 mmol/L นั้น หากตรวจด้วยอัลตราซาวด์แล้วไม่ พบว่ามีผลบวกทั้ง 3 วิธีของ IVC-CI LVOT VTI และ LVEDD จะมีค่า NPV สูงถึงร้อยละ 93.1 (77.2-99.2) อาจ อนุมานได้ว่าผลตรวจที่เป็นลบทั้งหมดอาจจะสามารถใช้ ในการแยกผู้ป่วยที่ไม่มีความพร่องสารน้ำรุนแรงจนต้อง รับแก้ไขออกไปได้อย่างแม่นยำ

การศึกษานี้ใช้การวัดค่าขนาดของหัวใจห้อง ซ้ายล่างขนาดเล็กหรือ LVEDD น้อยกว่า 25 มม. เพื่อ ทำนายภาวะ Poor tissue perfusion ที่น่าจะเกิดจากภาวะ

พร่องสารน้ำต่างจากในอดีตที่นิยมใช้วิธีประเมินด้วยตาเปล่า (eyeballing technique) แทนการวัดและเรียกการตรวจพบนี้ว่า “LV kissing” ซึ่งผู้ศึกษาเห็นว่า แม้จะเป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็วแต่ก็อาจขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้ตรวจได้ อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าการพบ LVEDD น้อยกว่า 25 มม. มี Sensitivity และ

Specificity ต่อการทำนายระดับแลคเตทในเลือด ที่มากกว่าหรือเท่ากับ 4 mmol/L ร้อยละ 72.7 (49.8-89.3) และ ร้อยละ 54.9 (42.7-66.8) ตามลำดับ ซึ่งแม้จะมี AuROC curve ที่มากกว่า 0.5 แต่ก็ถือว่ายังไม่มีความแม่นยำเพียงพอ (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 AUROC curve of LVEDD <25 mm. or “LV kissing” predicts blood lactate ≥ 4 mmol/L

ผลการศึกษาหลักในครั้งนี้เป็นการศึกษาแรกที่ศึกษาเชื่อมโยงการอัลตราซาวด์กับระดับแลคเตทในเลือดของผู้ป่วย Sepsis ในอดีตส่วนใหญ่ตรวจอัลตราซาวด์ที่มีความเกี่ยวข้องกับภาวะช็อกเท่านั้น เช่น RUSH protocol¹⁴ ซึ่งมุ่งเน้นในการมองหการวินิจฉัยแยกโรคมากกว่าการมุ่งเป้าไปที่การศึกษาปริมาณสารน้ำโดยตรง หลายการศึกษาระบุว่าการที่มีแลคเตทในเลือดสูงในภาวะ Sepsis ในช่วงแรกมักเกิดจาก Hypoperfusion และให้ความสำคัญกับการให้สารน้ำปริมาณมาก การศึกษาในอดีตเกี่ยวกับการวัด IVC-CI ในผู้ป่วย Sepsis มีการศึกษาที่อ้างอิงถึงการวัด IVC-CI เปรียบเทียบกับปริมาณสารน้ำในร่างกาย โดยมี Sensitivity ร้อยละ 71 และ Specificity ร้อยละ 81 ในผู้ป่วยที่หายใจเอง ในขณะที่ผู้ป่วยที่ใช้เครื่องช่วยหายใจแรงดันบวก มี Sensitivity และ Specificity ร้อยละ 75 และร้อยละ 81 ตามลำดับ¹⁵ มีการศึกษาความสัมพันธ์ของ LVOT VTI และ Fluid responsiveness ในกลุ่มผู้ป่วย Septic shock พบว่ามี Sensitivity สูงถึงร้อยละ 87.5 และ Specificity สูงถึงร้อยละ 95 โดยใช้ค่า LVOT VTI cut off ที่ 15 ในการทำนายว่ามี Fluid responsiveness (AuROC 0.956)¹⁶

การศึกษาในผู้ป่วย Septic shock ที่ใส่ท่อช่วยหายใจพบว่า LVOT VTI peak velocity ที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 12 หลังจากให้สารน้ำมีค่า Cardiac index เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 15 โดยมี PPV เป็นร้อยละ 91 และ NPV ร้อยละ 100¹⁷ จากข้อมูลการศึกษาในอดีตชี้ให้เห็นว่าค่า LVOT VTI ที่วัดค่าเพียงครั้งเดียวสามารถบอกได้เพียงปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจในแต่ละครั้งที่บีบตัว (stroke volume หรือ cardiac output ต่อ 1 cardiac cycle) ซึ่งอาจไม่สามารถสะท้อนถึงภาวะ Hypovolemia หรือ Hypoperfusion ในภาพรวมของผู้ป่วย Sepsis แต่ละรายได้ ในส่วนของ LVEDD ยังไม่มีการศึกษาใดที่กล่าวถึงการวัด LVEDD ในผู้ป่วย Sepsis โดยสรุปผู้ทำการศึกษาคิดว่าสาเหตุที่การใช้การประเมินอัลตราซาวด์ ประเมิน Fluid responsiveness ทั้งการใช้วิธีเดียว (single ultrasound parameter) หรือหลายวิธีประเมินร่วมกัน (combine ultrasound parameter) เพียงอย่างเดียวอาจไม่ใช่เครื่องมือที่ดีในการทำนายระดับแลคเตทในเลือดเนื่องจากผู้ป่วยที่มีระดับแลคเตทในเลือดสูงโดยส่วนใหญ่เกิดจากภาวะ Poor tissue perfusion ทั้งนี้ภาวะดังกล่าวอาจพบในผู้ป่วยที่มีภาวะ Fluid responsiveness หรือไม่

ก็ได้ อย่างไรก็ตามอาจจะนำไปใช้ประยุกต์ใช้ในโรงพยาบาลที่ไม่สามารถส่งตรวจระดับแลคเตทในเลือดได้หรือในกลุ่มผู้ป่วยที่ต้องการการประเมินอย่างทันด่วนที่ในผู้ป่วยสงสัย Sepsis ที่ความดันโลหิตยังปกติ โดยหากตรวจด้วยอัลตราซาวด์แล้วไม่พบว่ามียาผลบวก ทั้ง 3 วิธีของ IVC-CI, LVOT VTI และ LVEDD ผู้ป่วยรายนั้นน่าจะมียาผลแลคเตทในเลือดไม่เกิน 4 mmol/L ที่บ่งถึงภาวะ Poor tissue perfusion และภาวะพร่องสารน้ำอย่างรุนแรง อย่างไรก็ตามการประเมินต้องประเมินควบคู่ไปกับปัจจัยอื่นๆ ของผู้ป่วยด้วย

คณะผู้ศึกษาต้องการศึกษาทางเลือกในการใช้วิธีการอัลตราซาวด์ในการวัดและประเมิน IVC-CI¹³ LVEDD¹⁸ และ LVOT VTI¹⁹ เพื่อใช้ทดแทนการเจาะวัดระดับแลคเตทในเลือดแบบ Point-of-care blood lactate ข้อดีของการใช้อัลตราซาวด์ คือ สามารถทำได้ทันทีในโรงพยาบาลที่มีทรัพยากรอยู่แล้ว ประหยัดงบประมาณ และสามารถประเมินได้ตลอดเวลา โดยมีข้อเสียคือเป็นวิธีการที่ซับซ้อนและต้องการความชำนาญและมีความหลากหลายของผู้ตรวจ มีปัจจัยกวนหลายประการ เช่น ประวัติโรคหัวใจ โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง การหายใจที่ลึกเกินไป เป็นต้น ในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาพยายามลดความหลากหลายของผู้ตรวจด้วยการฝึกอบรมการใช้อัลตราซาวด์และ เก็บข้อมูลด้วย Auto-tool²⁰ ของเครื่องซึ่งส่งผลให้ภาพที่ได้จากสุมตรวจมีคุณภาพในระดับที่ค่อนข้างดีนำไป แปลผลได้ ในการใช้ Point-of-care blood lactate มีข้อดีกล่าวคือ การแปลผลเป็นแบบ Objective ลด Human error และสามารถลดความผิดพลาดจากการวัดในแต่ละครั้ง อย่างไรก็ตามมีข้อเสียจากเทคนิคการเจาะเลือดที่ซับซ้อนและโอกาสส่งตรวจไม่สำเร็จในครั้งแรก คณะผู้ศึกษามีความเห็นว่า การใช้อัลตราซาวด์น่าจะเหมาะสมในโรงพยาบาลที่ไม่มีการเปลี่ยนและหมุนเวียนทีมรักษาบ่อยและมีความล่าช้าในการเจาะส่งตรวจเลือดหรือแปลผลเลือด นอกจากนั้นการทำ POCUS อาจช่วยคัดกรองและจัดลำดับความเสี่ยงผู้ป่วยได้ หากอนุมาณได้ว่าระดับ แลคเตทไม่เกิน 4 mmol/L แพทย์อาจจะบอกผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะ Hypoperfusion ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงในการเกิดภาวะแทรกซ้อนรุนแรงในผู้ป่วยติดเชื้อในกระแสเลือดได้ การประเมินความเสี่ยงนี้ช่วยลด

การให้สารน้ำและการรักษาที่เกินจำเป็น ลดความเสี่ยงของการเกิดภาวะน้ำเกิน (fluid overload) ที่อาจนำไปสู่ปัญหาอื่น เช่น ภาวะปอดบวมน้ำ (pulmonary edema) ลดระยะเวลาการพักรักษาตัวในโรงพยาบาล และเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรทางการแพทย์

การศึกษานี้มีข้อจำกัดบางประการ ประการที่หนึ่ง การศึกษานี้ยังเป็นการศึกษาในสถาบันเดียวซึ่งมีลักษณะเป็นโรงเรียนแพทย์และมีแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้อัลตราซาวด์ผู้ป่วยอยู่จึงควรมีการศึกษาเก็บข้อมูลในพหุสถาบันต่อไปในอนาคต ประการที่สอง การใช้ Fluid responsiveness อาจไม่เท่ากับ Tissue poor perfusion ในผู้ป่วยทุกรายและ ไม่อาจใช้เป็นตัวแทนของระดับแลคเตทในเลือดที่สูงขึ้นได้ อาจมีการศึกษาที่เปรียบเทียบโดยการให้ระดับแลคเตทในเลือดที่เปลี่ยนไป หรือค่า LVOT VTI ที่เปลี่ยนไปมากกว่าการใช้เพียงค่าเดียวเพื่อให้ความเหมาะสมกับการความเป็นพลวัต (dynamic) ของภาวะ Sepsis มากขึ้น ประการที่สาม การศึกษานี้ใช้การวัดค่า LVOT VTI¹⁹ และ IVC-CI ด้วย Auto tool²⁰⁻²² แม้จะเป็นผลดีในการศึกษาที่มีผู้ทำการตรวจหลายระดับและทำในผู้ป่วยฉุกเฉินก็ตามแต่อาจจะจำกัดการนำผลการศึกษาไปใช้ได้เฉพาะกับที่มีอุปกรณ์วัดได้แบบเดียวกันเท่านั้น ประการที่สี่ การศึกษานี้ไม่ได้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับความผิดปกติอื่นๆ ทางอัลตราซาวด์ที่อาจส่งผลกระทบต่อความผิดปกติของ LVOT VTI ไม่ได้ เช่น กล้ามเนื้อหัวใจหนาหรือบางผิดปกติ การบีบตัวของผนังกล้ามเนื้อหัวใจห้องซ้ายล่าง ลิ้นหัวใจเอออร์ติคตีบ เป็นต้น ประการที่ห้า การศึกษานี้เป็นการศึกษาแรกที่มีการศึกษาความสัมพันธ์ของการอัลตราซาวด์และระดับแลคเตทในเลือดทำให้ไม่มี ค่า Sensitivity และ Specificity ที่เกี่ยวข้องโดยตรงในการคำนวณกลุ่มตัวอย่าง การศึกษานี้มีพื้นที่ได้เส้นโค้งต่ำ ส่วนหนึ่งอาจมาจากแท้จริงกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดไม่เพียงพอ จึงควรใช้ผลการศึกษานี้เพื่อคำนวณขนาดตัวอย่างการศึกษาในอนาคต

การประเมินด้วยอัลตราซาวด์เพียงอย่างเดียวอาจไม่มีความแม่นยำพอในการทำนายระดับแลคเตทในเลือด อย่างไรก็ตามอาจใช้ในกรณีที่ไม่สามารถเจาะตรวจระดับแลคเตทในเลือดได้ในผู้ป่วย Sepsis ที่ความดันโลหิตปกติ กรณีที่ตรวจแล้วไม่พบว่ามียาผลบวกของ IVC-CI, LVOT

VTI และ LVEDD อาจอนุมานได้ว่าผู้ป่วยรายนี้นั้นน่าจะมีระดับแลคเตทในเลือดไม่เกิน 4 mmol/L

(ภาคผนวกที่ 1-3 สามารถค้นหาได้ในเว็บไซต์วารสาร <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/ppkjournal>)

ผลประโยชน์ทับซ้อน: ไม่มี

แหล่งเงินทุนสนับสนุน: คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (grant number 140-2566)

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ทำการศึกษาขอขอบคุณแพทย์ประจำบ้านและอาจารย์ภาควิชาเวชศาสตร์ฉุกเฉินคณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ทุกท่านที่ช่วยเก็บข้อมูล และขอขอบคุณคุณรัตเกล้า สายหรั่ง ที่ช่วยประสานงานและอำนวยความสะดวกตลอดการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- Evans L, Rhodes A, Alhazzani W, Antonelli M, Cooper-smith CM, French C, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021. Crit Care Med [Internet]. 2021 [cited 2023 June 25];49(11):e1063-e1143. Available from: https://journals.lww.com/ccmjournal/fulltext/2021/11000/surviving_sepsis_campaign__international.21.aspx
- Pino RM, Singh J. Appropriate clinical use of lactate measurements. Anesthesiology 2021;134:637-44.
- Jones AE. Lactate clearance for assessing response to resuscitation in severe sepsis. Acad Emerg Med 2013;20:844-7.
- Contenti J, Corraze H, Lemoë F, Levraut J. Effectiveness of arterial, venous, and capillary blood lactate as a sepsis triage tool in ED patients. Am J Emerg Med 2015;33:167-72.
- Levy B. Lactate and shock state: the metabolic view. Curr Opin Crit Care 2006;12:315-21.
- ProCESS/ARISE/ProMISe Methodology Writing Committee; Huang DT, Angus DC, Barnato A, Gunn SR, Kellum JA, et al. Harmonizing international trials of early goal-directed resuscitation for severe sepsis and septic shock: methodology of ProCESS, ARISE, and ProMISe. Intensive Care Med 2013;39:1760-75.
- Brown RM, Semler MW. Fluid Management in Sepsis. J Intensive Care Med 2019;34:364-73.
- Casey JD, Brown RM, Semler MW. Resuscitation fluids. Curr Opin Crit Care 2018;24:512-8.
- Shrestha GS, Srinivasan S. Role of point-of-care ultrasonography for the management of sepsis and septic shock. Rev Recent Clin Trials 2018;13:243-51.
- Achar SK, Sagar MS, Shetty R, Kini G, Samanth J, Nayak C, et al. Respiratory variation in aortic flow peak velocity and inferior vena cava distensibility as indices of fluid responsiveness in anaesthetised and mechanically ventilated children. Indian J Anaesth 2016;60:121-6.
- Thodphetch M, Chenthanakij B, Wittayachamnankul B, Srumsiri K, Tangsuwanaruk T. A comparison of scoring systems for predicting mortality and sepsis in the emergency department patients with a suspected infection. Clin Exp Emerg Med 2021;8(4):289-95.
- Sartelli M, Kluger Y, Ansaloni L, Hardcastle TC, Rello J, Watkins RR, et al. Raising concerns about the Sepsis-3 definitions. World J Emerg Surg [Internet]. 2018 [cited 2023 June 25];13:6. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5784683/pdf/13017_2018_Article_165.pdf
- Nagi AI, Shafik AM, Fatah AMA, Selima WZ, Hefny AF. Inferior vena cava collapsibility index as a predictor of fluid responsiveness in sepsis-related acute circulatory failure. Ain-Shams Journal of Anesthesiology [Internet]. 2021 [cited 2023 Sep 30];13:75. Available from: https://asja.journals.ekb.eg/article_329740_879d13351c71d0a0843eb0a9284b01b8.pdf
- Perera P, Mailhot T, Riley D, Mandavia D. The RUSH exam: rapid ultrasound in shock in the evaluation of the critically ill. Emerg Med Clin North Am 2010;28:29-56, vii.
- Kaptein MJ, Kaptein EM. Inferior vena cava collapsibility index: clinical validation and application for assessment of relative intravascular volume. Adv Chronic Kidney Dis 2021;28:218-26.
- Wang J, Zhou D, Gao Y, Wu Z, Wang X, Lv C. Effect of VTILVOT variation rate on the assessment of fluid responsiveness in septic shock patients. Medicine (Baltimore) [Internet]. 2020 [cited 2023 Sep 30];99(47):e22702. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7676570/pdf/medi-99-e22702.pdf>
- Feissel M, Michard F, Mangin I, Ruyer O, Faller JP, Teboul JL. Respiratory changes in aortic blood velocity as an indicator of fluid responsiveness in ventilated patients with septic shock. Chest 2001;119:867-73.
- Jung IH, Park JH, Lee JA, Kim GS, Lee HY, Byun YS, et al. Left ventricular global longitudinal strain as a predictor for left ventricular reverse remodeling in dilated cardiomyopathy. J Cardiovasc Imaging 2020;28:137-49.

19. Blanco P, Aguiar FM, Blaivas M. Rapid ultrasound in shock (RUSH) velocity-time integral: a proposal to expand the RUSH protocol. J Ultrasound Med 2015;34:1691-700.
20. Gohar E, Herling A, Mazuz M, Tsaban G, Gat T, Kobal S, et al. Artificial intelligence (AI) versus POCUS expert: a validation study of three automatic AI-based, real-time, hemodynamic echocardiographic assessment tools. J Clin Med [Internet]. 2023 [cited 2023 Mar 25];12(4):1352. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9959768/pdf/jcm-12-01352.pdf>
21. Yildizdas D, Aslan N. Ultrasonographic inferior vena cava collapsibility and distensibility indices for detecting the volume status of critically ill pediatric patients. J Ultrason [Internet]. 2020 [cited 2023 Mar 25];20(82):e205-e209. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7705480/pdf/jou-20-82-e205.pdf>
22. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA, et al. Recommendations for chamber quantification: a report from the American society of echocardiography's guidelines and standards committee and the chamber quantification writing group, developed in conjunction with the European association of echocardiography, a branch of the European society of cardiology. J Am Soc Echocardiogr 2005;18:1440-63.