

แบบฟอร์มขอรับทุนโครงการ
เสนอต่อคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ภายใต้ทุนอุดหนุนแผนงานยุทธศาสตร์เป้าหมาย (Spearhead) ด้านสังคม
แผนงานระบบบริการสุขภาพ
: การพัฒนาระบบบริการเพื่อการดูแลภาวะฉุกเฉินด้านการแพทย์และสาธารณสุขอย่างครบวงจร

1. ชื่อโครงการ

(ภาษาไทย)

ประโยชน์ของการใช้โปรแกรมประเมินและแจ้งเตือนผ่านอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ในการดูแลผู้ป่วยภาวะพิษเหตุติดเชื้อในแผนกฉุกเฉิน

(ภาษาอังกฤษ) Benefits of the implementation of the assessment and notification mobile and web application for management in patients with sepsis in the emergency department

2. ที่ปรึกษาโครงการ

ชื่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ บริบูรณ์ เชนชนากิจ (Boriboon Chenthanakij, MD.)

ตำแหน่ง หัวหน้าภาควิชา หน่วยงาน ภาควิชาเวชศาสตร์ฉุกเฉิน คณะแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

3. ผู้รับผิดชอบโครงการ

3.1. หัวหน้าโครงการ (Project manager)

ชื่อ อาจารย์นายแพทย์ ธีรพล ตั้งสุวรรณรักษ์ (Theerapon Tangsuwanaruk, MD.)

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชา

เบอร์โทรศัพท์ 086-792-4862, Email: theerapon.t@cmu.ac.th

ID line: big_theerapon4

หน่วยงาน: ภาควิชาเวชศาสตร์ฉุกเฉิน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เบอร์โทรศัพท์หน่วยงาน: 053-936-722, FAX: 053-938-796

3.2 ผู้ร่วมดำเนินงานโครงการ (อาจมีมากกว่า 1 คน)

ชื่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นายแพทย์ บวร วิทยชำนาญกุล (Borwon Wittayachamnankul, MD., Ph.D.)

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

เบอร์โทรศัพท์ 086-659-5780, Email: borwon.witt@cmu.ac.th

หน่วยงาน: ภาควิชาเวชศาสตร์ฉุกเฉิน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เบอร์โทรศัพท์หน่วยงาน: 053-936-722, FAX: 053-938-796

ชื่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ บริบูรณ์ เชนชนากิจ (Boriboon Chenthanakij, MD.)

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

เบอร์โทรศัพท์ 081-613-2093, Email: borichen@gmail.com

หน่วยงาน: ภาควิชาเวชศาสตร์ฉุกเฉิน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เบอร์โทรศัพท์หน่วยงาน: 053-936-722, FAX: 053-938-796

ชื่อ อาจารย์แพทย์หญิง ศุภกัญญา กังสุวรรณ (Supakanya Kungsuwan, MD.)

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชา

เบอร์โทรศัพท์ 098-289-0036, Email: tunemdcu62@gmail.com

ID line: tuktune

หน่วยงาน: หน่วยระบบการเดินหายใจและเวชบำบัดวิกฤต ภาควิชากุมารเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เบอร์โทรศัพท์หน่วยงาน: 053-935-413, FAX: 053-936-461

ชื่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพพล ชูศรี (Noppon Choosri, Ph.D.)

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์, ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตรวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (นานาชาติ)

เบอร์โทรศัพท์ 091-859-2114, Email: npchoosri@gmail.com

ID line: noppon.it

หน่วยงาน: วิทยาลัยศิลปะ สื่อและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เบอร์โทรศัพท์หน่วยงาน: 053-920299, FAX 053-941803

ชื่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรหทัย ณ ลำพูน (Pathathai Na Lumpoon, Ph.D.)

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะกรรมการบริหารหลักสูตรวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (นานาชาติ)

เบอร์โทรศัพท์ 090-323-4797, Email: pathathai.n@cmu.ac.th

ID line: toey260

หน่วยงาน: วิทยาลัยศิลปะ สื่อและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เบอร์โทรศัพท์หน่วยงาน: 053-920299 ต่อ418, FAX 053-941803

4. หลักการและเหตุผล (ให้ระบุข้อมูลสถานการณ์ ปัญหา ความจำเป็นที่ต้องพัฒนา)

ภาวะพิษเหตุติดเชื้อ (sepsis) หมายถึง ภาวะการทำงานที่ผิดปกติของอวัยวะซึ่งส่งผลกระทบต่อชีวิต โดยมีสาเหตุมาจากการตอบสนองอย่างผิดปกติของร่างกายต่อการติดเชื้อ ซึ่งอาจก่อให้เกิดภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อ (septic shock) ตามมาได้¹ ผู้ป่วยที่มีภาวะพิษเหตุติดเชื้อมีเป็นจำนวน 15 – 16 ล้านรายต่อปีทั่วโลก² และพบการเสียชีวิตร้อยละ 18.2 - 29.2³⁻⁵ สำหรับผู้ป่วยที่มีภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อพบการเสียชีวิตร้อยละ 22 - 80^{6,7} ภาวะดังกล่าวจึงถือว่าเป็นปัญหาทางสาธารณสุขที่สำคัญมากจึงได้มีการจัดทำแนวทางการรักษาที่เป็นมาตรฐานสากล เรียกว่า แนวทางการดูแลผู้ป่วยที่มีภาวะพิษเหตุติดเชื้อ (Surviving sepsis campaign guidelines) ตั้งแต่ปีพุทธศักราช 2547 (คริสต์ศักราช 2004)⁸ และมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องโดยฉบับล่าสุดคือปีพุทธศักราช 2561 (คริสต์ศักราช 2018)⁹ โดยมีการวิจัยที่พบว่าแนวทางดังกล่าวมีประโยชน์ ซึ่งถ้าหากมีการตระหนัก (early recognition) ว่าผู้ป่วยเป็นภาวะพิษเหตุติดเชื้อและเริ่มให้การรักษาย่างรวดเร็วโดยใช้แนวทางการดูแล (resuscitation bundle) จะช่วยลดการเสียชีวิตลงได้^{10,11}

การประชุมนานาชาติเพื่อกำหนดคำนิยามของภาวะพิษเหตุติดเชื้อและภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อครั้งที่ 3 (The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock; Sepsis-3) ได้มีการแนะนำการใช้การประเมินผลกระทบที่ทำให้เกิดอวัยวะล้มเหลวอย่างรวดเร็ว (Quick Sequential (sepsis-related) Organ Failure Assessment score; qSOFA score) เป็นเครื่องมือในการระบุว่าผู้ป่วยที่มีการติดเชื้อมีความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตและต้องนอนในหอผู้ป่วยวิกฤตนาน^{1,12} โดยมีการวิจัยที่สนับสนุนคำแนะนำดังกล่าวซึ่งพบว่า qSOFA สามารถพยากรณ์ (prognostic accuracy) การเสียชีวิตในโรงพยาบาล (in-hospital mortality) จำนวนวันที่ไม่ต้องอยู่ในหอผู้ป่วยวิกฤต (intensive care unit free-days) และระยะเวลาการนอนในหอผู้ป่วยวิกฤตได้ดีกว่าเกณฑ์คะแนนกลุ่มอาการการตอบสนองการอักเสบทั่วร่างกาย (systemic inflammatory response syndrome; SIRS) ซึ่งมีการใช้อยู่แต่เดิม¹³⁻¹⁵ ถึงแม้ว่าจะมีบางการวิจัยพบว่า qSOFA อาจจะไม่ดีเป็นเครื่องมือที่ดีในการพยากรณ์การเสียชีวิต¹⁶ คณะอนุกรรมการ (National Early Warning Score; NEWS) เป็นอีกหนึ่งเครื่องมือที่ถูกนำมาใช้ในการแจ้งเตือนทีมแพทย์ว่าผู้ป่วยมีอาการผิดปกติ¹⁷ (ตารางที่ 1) จึงได้มีการวิจัยนำ NEWS มาใช้เป็นเครื่องมือในการคาดการณ์ (predict) การเสียชีวิตในโรงพยาบาลในผู้ป่วยภาวะพิษเหตุติดเชื้อ ซึ่งพบว่า NEWS

มีความแม่นยำไม่แตกต่างจาก qSOFA (ตารางที่ 2) และยิ่งเหนือกว่า (superior) กว่า SIRS¹² อีกทั้งมีการวิจัยพบว่า NEWS มีความแม่นยำในการคาดการณ์ความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตและความจำเป็นในการนอนหอผู้ป่วยวิกฤตมากกว่า qSOFA¹⁸ อีกทั้ง NEWS สามารถคาดการณ์ความเสี่ยงของการเกิดภาวะหัวใจหยุดเต้น ความจำเป็นในการนอนหอผู้ป่วยวิกฤต และอัตราการเสียชีวิตในโรงพยาบาลภายใน 24 ชั่วโมงได้ดี¹⁹ นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง SIRS, qSOFA และ NEWS พบว่า NEWS มีความแม่นยำในการคัดกรองผู้ป่วยภาวะพิษเหตุติดเชื้อได้ดีที่สุด โดยที่ qSOFA มีความไวต่ำที่สุด²⁰ ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นว่า NEWS อาจมีประโยชน์มากกว่า qSOFA ในการดูแลผู้ป่วยภาวะพิษเหตุติดเชื้อ อีกทั้งระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉินของผู้ป่วยก็เป็นอีกปัจจัยสำคัญโดยพบว่าผู้ป่วยภาวะพิษเหตุติดเชื้อที่จำเป็นต้องนอนหอผู้ป่วยวิกฤตที่มีระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉินนาน 12 – 24 ชั่วโมงและมากกว่า 24 ชั่วโมงมีโอกาสดูแลเสี่ยงต่อการเสียชีวิตเพิ่มขึ้น 1.82 เท่าและ 1.79 เท่าตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับผู้ป่วยที่มีระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉินน้อยกว่า 6 ชั่วโมง²¹ สำหรับการให้การวินิจฉัยภาวะพิษเหตุติดเชื้อสำหรับผู้ป่วยผู้ใหญ่จะใช้คะแนนการประเมินผลกระทบที่ทำให้เกิดอวัยวะล้มเหลว (Sequential (sepsis-related) Organ Failure Assessment score; SOFA score) ที่มากกว่าหรือเท่ากับ 2 คะแนน ซึ่งเป็นผลจากการติดเชื้อ^{1,22} (ตารางที่ 3)

สำหรับผู้ป่วยเด็กซึ่งมีโอกาสเกิดภาวะพิษเหตุติดเชื้อและภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อได้เช่นกัน²³ จึงมีการพัฒนาเครื่องมือเป็นคะแนนสัญญาณเตือนเริ่มแรกสำหรับผู้ป่วยเด็ก (Pediatric Early Warning Score; PEWS) เช่นเดียวกับผู้ใหญ่ โดยพบว่าผู้ป่วยเด็กในแผนกฉุกเฉินที่มี PEWS มากสัมพันธ์กับการรับไว้ดูแลในหอผู้ป่วยวิกฤต²⁴ อย่างไรก็ตามเนื่องจาก PEWS เป็นการประเมินที่มีความซับซ้อน ยากแก่การตรวจประเมินทำให้ต้องใช้เวลาประเมินผู้ป่วยนาน จึงมีการพัฒนาเป็นคะแนนสัญญาณเตือนเริ่มแรกสำหรับผู้ป่วยเด็กที่ได้รับการปรับปรุง (modified Pediatric Early Warning Score; MPEWS) (ตารางที่ 4) เพื่อให้ใช้งานได้ง่ายมากขึ้น โดยพบว่าการใช้คะแนน ≥ 5 ในผู้ป่วยในแผนกฉุกเฉิน มีความไวร้อยละ 80 และความจำเพาะร้อยละ 85 พื้นที่ใต้โค้ง (Area under Receiver Operating Curve; AuROC) เท่ากับ 0.82 (ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (95% confident interval) 0.68-0.97, p-value <0.001) ในการทำนายผู้ป่วยที่ต้องการรับการรักษาแบบเร่งด่วน (critically ill children)²⁵ สำหรับการให้การวินิจฉัยภาวะพิษเหตุติดเชื้อสำหรับผู้ป่วยเด็กจะใช้คะแนนการประเมินผลกระทบที่ทำให้เกิดอวัยวะล้มเหลวสำหรับผู้ป่วยเด็ก (Pediatric Sequential Organ Failure Assessment score; pSOFA score) เพิ่มขึ้นอย่างเฉียบพลันตั้งแต่ 2 คะแนนขึ้นไปซึ่งคำนวณภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมงก่อนพบการติดเชื้อจนถึงภายใน 24

ชั่วโงมภายหลังพบการติดเชื้อ และได้รับการรักษาด้วยยาปฏิชีวนะในหอผู้ป่วยวิกฤตกุมารเวชศาสตร์ โดยถ้าหากไม่ทราบคะแนนมาก่อนหน้านี้ ให้ถือว่าคะแนน pSOFA ก่อนหน้านี้เป็นศูนย์²⁶ (ตารางที่ 5)

ปัจจุบันมีการใช้อุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่เพื่อมาประกอบการให้การดูแลรักษาผู้ป่วยอย่างกว้างขวาง เนื่องจากสะดวก รวดเร็ว สามารถตั้งระบบการแจ้งเตือนได้และอาจลดความผิดพลาดจากตัวมนุษย์ (human error) ในเรื่องการคำนวณค่าต่าง ๆ ได้สะดวก การคำนวณคะแนน NEWS และ MPEWS ที่จะนำมาใช้มีข้อจำกัดในเรื่องการคิดเป็นคะแนนที่อาจมีความยุ่งยากในการคิดคำนวณและอาจเกิดโอกาสผิดพลาดได้

อีกทั้งกระบวนการดูแลผู้ป่วยภาวะพิษเหตุติดเชื้อและภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อมีความซับซ้อนซึ่งอาจทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีความสับสนในการดูแลผู้ป่วย ประกอบกับการแจ้งเตือนผ่านทางอุปกรณ์สื่อสารอาจจะช่วยให้การดูแลผู้ป่วยทำได้อย่างรวดเร็วมากขึ้น โดยจะทำให้เกิดการแจ้งเตือนให้ทีมแพทย์ที่แผนกฉุกเฉินทราบถึงว่าผู้ป่วยภาวะพิษเหตุติดเชื้อรายนั้น ๆ อยู่ในขั้นตอนใดของการรักษา

นอกจากนี้การดูแลผู้ป่วยในแผนกฉุกเฉินจำเป็นต้องมีการประสานงานกับแพทย์เฉพาะทางที่เกี่ยวข้อง เช่น อายุรแพทย์ กุมารแพทย์ ทำให้การแจ้งเตือนแพทย์เฉพาะทางผู้ดูแลหอผู้ป่วยวิกฤตให้ทราบล่วงหน้าก่อนจะมีการขอคำปรึกษาจากแพทย์ที่แผนกฉุกเฉินอย่างเป็นทางการอาจช่วยลดระยะเวลาที่ผู้ป่วยอยู่ในแผนกฉุกเฉินได้เนื่องจากเมื่อแพทย์เฉพาะทางได้รับการแจ้งเตือนตั้งแต่ช่วงแรก ๆ ที่ผู้ป่วยอยู่ในแผนกฉุกเฉินก็จะได้เริ่มเตรียมบริหารจัดการเตียงของหอผู้ป่วยวิกฤตและเตรียมทีมบุคลากรให้พร้อมรับผู้ป่วยรายนั้น ๆ

เมื่อถึงเวลาที่ผู้ป่วยเข้ากับห้องรับไว้ในหอผู้ป่วยวิกฤตก็จะได้รับผู้ป่วยขึ้นมาไว้ดูแลได้อย่างรวดเร็ว

อีกทั้งจากการทบทวนวรรณกรรมไม่พบว่ามีการศึกษาใดที่ระบุถึงการใช้โปรแกรมเพื่อลดระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉินรวมถึงไปถึงผลต่อการเสียชีวิตและระยะเวลาการนอนโรงพยาบาลของผู้ป่วย ดังนั้นเพื่อเป็นการช่วยให้การคำนวณคะแนนการประเมินผู้ป่วยทำได้สะดวก ลดโอกาสผิดพลาดและช่วยแจ้งเตือนทีมแพทย์จึงมีการพัฒนาโปรแกรมประเมินและแจ้งเตือนผ่านอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ (assessment and notification mobile and web application)

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประโยชน์ของการใช้โปรแกรมประเมินและแจ้งเตือนผ่านอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ (assessment and notification mobile and web application)

ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในการดูแลผู้ป่วยผู้ใหญ่และผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะพิษเหตุติดเชื้อในแผนกฉุกเฉิน ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานว่าการใช้โปรแกรมประเมินและแจ้งเตือนผ่านอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ในการดูแลผู้ป่วยผู้ใหญ่และผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะพิษเหตุติดเชื้อในแผนกฉุกเฉินมีผลช่วยลดระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉิน (emergency department length of stay; ED LOS) ได้ โดยถ้าหากพบว่าโปรแกรมประเมินและแจ้งเตือนผ่านอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่นี้มีประโยชน์อาจนำไปสู่การปรับแนวทางการดูแลผู้ป่วยผู้ใหญ่และเด็กที่มีภาวะพิษเหตุติดเชื้อและภาวะช็อกเหตุพิษเหตุติดเชื้อในแผนกฉุกเฉินให้ดีขึ้นได้

ตารางที่ 1 คะแนนสัญญาณเตือนเริ่มแรก (National Early Warning Score; NEWS) ที่นำมาใช้เพื่อคัดกรองภาวะพิษเหตุติดเชื้อสำหรับผู้ป่วยผู้ใหญ่ (ดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิงหมายเลข 17)¹⁷

| เกณฑ์ | คะแนน (score)* | | | | | | |
|---|----------------|----------|-----------|---|-----------|---------|--|
| | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| อัตราการหายใจ (Respiratory rate) (หน่วยครั้งต่อนาที; per minute) | δ 8 | | 9-11 | 12-20 | | 21-24 | ε 25 |
| ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด (Oxygen saturations) (ร้อยละ; percent) | δ 91 | 92-93 | 94-95 | ε 96 | | | |
| การให้ออกซิเจนทดแทน (Any supplement oxygen) | | ใช่ | | ไม่ใช่ | | | |
| อุณหภูมิ (Temperature) (หน่วยของเซลเซียส; °C) | δ 35.0 | | 35.1 – 36 | 36.1 – 38 | 38.1 – 39 | ε 39.1 | |
| ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (Systolic blood pressure) (หน่วยมิลลิเมตรปรอท; mmHg) | δ 90 | 91 - 100 | 101 - 110 | 111 - 219 | | | ε 220 |
| อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) (หน่วยครั้งต่อนาที; per minute) | δ 40 | | 41-50 | 51-90 | 91-110 | 111-130 | ε 131 |
| ระดับความรู้สึกตัว (Level of Consciousness) | | | | ตื่นดีพูดคุยรู้เรื่อง (Alert) (A) | | | ตอบสนองต่อเสียง , ตอบสนองต่อการกระตุ้นเจ็บปวด หรือ ไม่ตอบสนอง (Voice, Pain, or Unresponsive) (V, P, U) |

* ถ้าหากผลรวมคะแนนจากทุกข้อ มากกว่าหรือเท่ากับ 5 คะแนนบ่งบอกว่าสงสัยว่ามีภาวะพิษเหตุติดเชื้อ (sepsis)

ตารางที่ 2 การประเมินผลกระทบที่ทำให้เกิดอวัยวะล้มเหลวอย่างรวดเร็ว (Quick Sequential (sepsis-related) Organ Failure Assessment score; qSOFA score) ที่นำมาใช้เพื่อคัดกรองภาวะพิษเหตุติดเชื้อสำหรับผู้ป่วยผู้ใหญ่ (ดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิงหมายเลข 1)¹

| เกณฑ์ (criteria) | คะแนน (score)* |
|---|----------------|
| อัตราการหายใจ (respiratory rate) \geq 22 ครั้งต่อนาที (/minute) | 1 |
| ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (systolic blood pressure) \leq 100 มิลลิเมตรปรอท (mmHg) | 1 |
| ระดับความรู้สึกตัวเปลี่ยนแปลง (Altered mentation) โดยประเมินจาก GCS $<$ 15 หรือความรู้สึกตัวที่ลดลงจากสถานะเดิม | 1 |

ตัวย่อ (Abbreviations): GCS คือ คะแนนความรู้สึกตัวตามกลาสโกว์โคม่า สเกล (Glasgow Coma Scale score); mmHg คือ มิลลิเมตรปรอท (millimeter of mercury)

* ถ้าหากผลรวมคะแนนจากทุกข้อ มากกว่าหรือเท่ากับ 2 คะแนนบ่งบอกว่า สงสัยภาวะพิษเหตุติดเชื้อ (sepsis)

ตารางที่ 3 การประเมินผลกระทบที่ทำให้เกิดอวัยวะล้มเหลว (Sequential (sepsis-related) Organ Failure Assessment score; SOFA score) สำหรับผู้ป่วยผู้ใหญ่ (ดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิงหมายเลข 1,22)^{1,22}

| ระบบ (System) | คะแนน (Score) * | | | | |
|---|--|--|--|--|--|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ระบบทางเดินหายใจ (respiration) PaO ₂ /FiO ₂ (หน่วยมิลลิเมตรปรอท; mmHg) [หน่วยกิโลปาสกาล; kPa] | ≥ 400 [53.3] | < 400 [53.3] | < 300 [40] | < 200 [26.7] โดยมีเครื่องช่วยหายใจ (with respiratory support) | < 100 [13.3] โดยมีเครื่องช่วยหายใจ (with respiratory support) |
| การแข็งตัวของเลือด (coagulation) ค่าความเข้มข้นของเกล็ดเลือด ออก (หน่วยเซลล์ต่อไมโครลิตร; cell/(L)) | ≥ 150,000 | < 150,000 | < 100,000 | < 50,000 | < 20,000 |
| ตับ (liver) ค่าบิลิรูบินในเลือด (bilirubin) (หน่วยมิลลิกรัมต่อเดซิลิตร; mg/dL) [หน่วยไมโครโมลต่อลิตร; μmol/L] | < 1.2 [20] | 1.2 – 1.9 [20 - 32] | 2.0 – 5.9 [33 - 101] | 6.0 – 11.9 [102 - 204] | > 12.0 [204] |
| ระบบหัวใจและหลอดเลือด (cardiovascular) | ค่าเฉลี่ยความดันโลหิต (MAP) ≥ 70 มิลลิเมตรปรอท | ค่าเฉลี่ยความดันโลหิต (MAP) < 70 มิลลิเมตรปรอท | ได้รับโดปามีน (Dopamine) < 5 หรือ โดบูตามีน (Dobutamine) (ทุกขนาด) † | ได้รับโดปามีน (Dopamine) 5.1 - 15 หรือ อีพิเนฟริน (epinephrine) δ 0.1 หรือ นอร์อีพิเนฟริน (norepinephrine) δ 0.1 † | ได้รับโดปามีน (Dopamine) > 15 หรือ อีพิเนฟริน (epinephrine) > 0.1 หรือ นอร์อีพิเนฟริน (norepinephrine) > 0.1 † |
| ระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system) คะแนน GCS | 15 | 13 - 14 | 10 - 12 | 6 - 9 | < 6 |
| ระบบไต (Renal system) ‡ | < 1.2 [110] | 1.2 – 1.9 [110 - 170] | 2.0 – 3.4 [171 - 299] | 3.5 – 4.9 [300 - 440] | > 5.0 [440] |

| | | | | | |
|---|--|--|--|-------|-------|
| ค่าครีเอตินินในเลือด (creatinine) (หน่วยมิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ; mg/dL) [หน่วยไมโครโมลต่อลิตร; μmol/L] | | | | | |
| อัตราการขับปัสสาวะ (urine output) (หน่วยมิลลิลิตรต่อวัน; mL/day) | | | | < 500 | < 200 |

ตัวย่อ (Abbreviations): FiO₂ คือ สัดส่วนของออกซิเจนต่อก๊าซที่หายใจเข้าทั้งหมด (fraction of inspired oxygen); GCS คือ คะแนนความรู้สึกตัวตามกลาสโกว์โกมา สเกล (Glasgow Coma Scale score); MAP คือ ค่าเฉลี่ยความดันโลหิต (mean arterial pressure) (หน่วย มิลลิเมตรปรอท; mmHg); PaO₂ คือ ความดันย่อยของออกซิเจนในหลอดเลือดแดง (partial pressure of oxygen)

* ถ้าหากผลรวมคะแนนจากทุกข้อ มากกว่าหรือเท่ากับ 2 คะแนนบ่งบอภาวะการทำงานที่ผิดปกติของอวัยวะ (organ dysfunction) จากการติดเชื้อ

† ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมต่อนาที (mcg/kg/min) ที่ให้อย่างน้อย 1 ชั่วโมง

‡ ใช้ค่าครีเอตินินในเลือด (creatinine) หรือ อัตราการขับปัสสาวะ ข้อใดข้อหนึ่งในการให้คะแนน

Septic Shock Trigger/Identification Tool

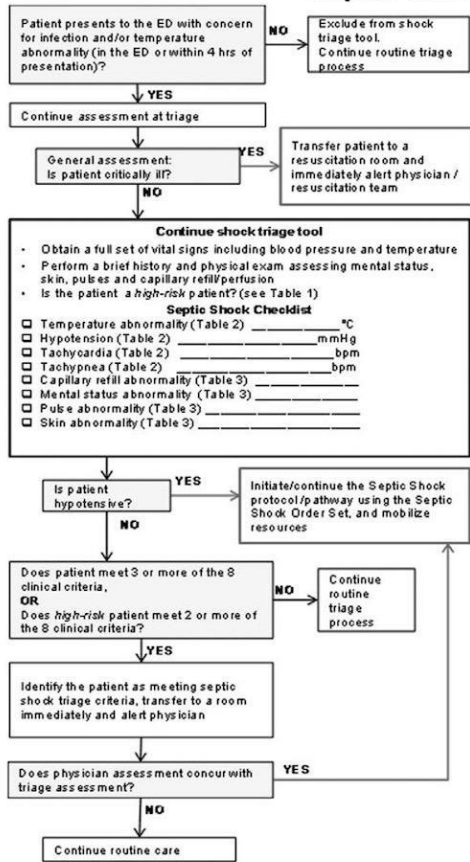


Table 1. High Risk Conditions

- Malignancy
- Asplenia (including SCD)
- Bone marrow transplant
- Central or indwelling line/catheter
- Solid organ transplant
- Severe MR/CP
- Immunodeficiency, immunocompromise or immunosuppression

Table 2. Vital Signs (PALS)

| Age | Heart Rate | Resp Rate | Systolic BP | Temp (°C) |
|---------------|------------|-----------|------------------------|----------------|
| 0 d - 1 m | > 205 | > 60 | < 60 | < 36 or > 38 |
| ≥ 1 m - 3 m | > 205 | > 60 | < 70 | < 36 or > 38.5 |
| ≥ 3 m - 1 r | > 190 | > 60 | < 70 | < 36 or > 38.5 |
| ≥ 1 y - 2 y | > 190 | > 40 | < 70 + (age in yr × 2) | < 36 or > 38.5 |
| ≥ 2 y - 4 y | > 140 | > 40 | < 70 + (age in yr × 2) | < 36 or > 38.5 |
| ≥ 4 y - 6 y | > 140 | > 34 | < 70 + (age in yr × 2) | < 36 or > 38.5 |
| ≥ 6 y - 10 y | > 140 | > 30 | < 70 + (age in yr × 2) | < 36 or > 38.5 |
| ≥ 10 y - 13 y | > 100 | > 30 | < 90 | < 36 or > 38.5 |
| > 13 y | > 100 | > 16 | < 90 | < 36 or > 38.5 |

Table 3. Exam Abnormalities

| | Cold Shock | Warm Shock | Non-specific |
|---|-------------------|---|---|
| Pulses (central vs. peripheral) | Decreased or weak | Bounding | |
| Capillary refill (central vs. peripheral) | ≥ 3 sec | Flash (< 1 sec) | |
| Skin | Mottled, cool | Flushed, ruddy, erythoderma (other than face) | Petechiae below the nipple, any purpura |
| Mental status | | | Decreased, irritability, confusion, inappropriate crying or drowsiness, poor interaction with parents, lethargy, diminished arousal ability, obtunded |

Courtesy of the Pediatric Septic Shock Collaborative of the American Academy of Pediatrics

รูปที่ 1 American Academy of Pediatrics trigger tool for early septic shock recognition (Pediatric Septic Shock Collaborative triage trigger tool 2017) (ดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิงหมายเลข 27)²⁷

ตัวย่อ (Abbreviations): BP = blood pressure, CP = cerebral palsy, ED = emergency department, PALS = Pediatric Advanced Life Support, SCD = sickle cell disease.

ตารางที่ 5 คะแนนการประเมินผลกระทบที่ทำให้เกิดอวัยวะล้มเหลวสำหรับผู้ป่วยเด็ก (Pediatric Sequential Organ Failure Assessment score; pSOFA score) (ดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิงหมายเลข 26)²⁶

| ระบบ (System) | คะแนน (Score) ^a | | | | |
|--|----------------------------|-------------------|-----------------------------------|--|--|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ระบบทางเดินหายใจ (respiration) PaO ₂ /FiO ₂ (หน่วยมิลลิเมตรปรอท; mmHg) หรือ SpO ₂ /FiO ₂ ^b | ε 400 | 300 - 399 | 200 - 299 | 100 - 199 โดยมีเครื่องช่วยหายใจ (with respiratory support) | < 100 โดยมีเครื่องช่วยหายใจ (with respiratory support) |
| | ε 292 | 264 - 291 | 221 - 264 | 148 - 220 โดยมีเครื่องช่วยหายใจ (with respiratory support) | < 148 โดยมีเครื่องช่วยหายใจ (with respiratory support) |
| การแข็งตัวของเลือด (coagulation) ค่าความเข้มข้นของเกล็ดเลือด อด (หน่วยเซลล์ต่อไมโครลิตร ; cell/(L) | ε 150,000 | 100,000 - 149,000 | < 50,000 - 99,000 | 20,000 - 49,000 | < 20,000 |
| ตับ (liver) ค่าบิลิรูบินในเลือด (bilirubin) (หน่วยมิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ; mg/dL) | < 1.2 | 1.2 - 1.9 | 2.0 - 5.9 | 6.0 - 11.9 | > 12.0 |
| ระบบหัวใจและหลอดเลือด (cardiovascular) ค่าเฉลี่ยความดันโลหิต (mean arterial pressure; MAP) (หน่วย มิลลิเมตรปรอท; mmHg) ตามกลุ่มอายุหรือการใช้ยาหดหลอดเลือด (หน่วยไมโครกรัมต่อกิโลกรัมต่อนาที; (g/kg/min) | | | | | |
| < 1 เดือน | ε 46 | < 46 | ได้รับโดปามีน | ได้รับโดปามีน | ได้รับโดปามีน |
| 1 - 11 เดือน | ε 55 | < 55 | (Dopamine hydrochloride) δ 5 หรือ | (Dopamine hydrochloride) > 5 หรือ | (Dopamine hydrochloride) > 15 หรือ |
| 12 - 23 เดือน | ε 60 | < 60 | โดบูทามีน | อิพิเนฟริน | อิพิเนฟริน |
| 24 - 59 เดือน | ε 62 | < 62 | (Dobutamine hydrochloride) | (epinephrine) δ 0.1 หรือ | (epinephrine) > 0.1 หรือ |
| 60 - 143 เดือน | ε 65 | < 65 | | นอร์อิพิเนฟริน | นอร์อิพิเนฟริน |
| 144 - 216 เดือน | ε 67 | < 67 | | (norepinephrine bitartrate) δ 0.1 | (norepinephrine bitartrate) > 0.1 |
| > 216 เดือน ^c | ε 70 | < 70 | (ทุกขนาดยา) | | |

| | | | | | |
|---|-------|-----------|-----------|-----------|-------|
| ระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system) คะแนน GCS | 15 | 13 - 14 | 10 - 12 | 6 - 9 | < 6 |
| ระบบไต (Renal system) | | | | | |
| ค่าครีเอตินีนในเลือด (creatinine) (หน่วยมิลลิกรัมต่อเดซิลิตร; mg/dL) ตามกลุ่มอายุ | | | | | |
| < 1 เดือน | < 0.8 | 0.8 – 0.9 | 1.0 – 1.1 | 1.2 – 1.5 | ε 1.6 |
| 1 – 11 เดือน | < 0.3 | 0.3 – 0.4 | 0.5 – 0.7 | 0.8 – 1.1 | ε 1.2 |
| 12 – 23 เดือน | < 0.4 | 0.4 – 0.5 | 0.6 – 1.0 | 1.1 – 1.4 | ε 1.5 |
| 24 – 59 เดือน | < 0.6 | 0.6 – 0.8 | 0.9 – 1.5 | 1.6 – 2.2 | ε 2.3 |
| 60 – 143 เดือน | < 0.7 | 0.7 – 1.0 | 1.1 – 1.7 | 1.8 – 2.5 | ε 2.6 |
| 144 – 216 เดือน | < 1.0 | 1.0 – 1.6 | 1.7 – 2.8 | 2.9 – 4.1 | ε 4.2 |
| > 216 เดือน ^c | < 1.2 | 1.2 – 1.9 | 2.0 – 3.4 | 3.5 – 4.9 | ε 5 |

ตัวย่อ (Abbreviations): FiO₂ คือ สัดส่วนของออกซิเจนต่อก๊าซที่หายใจเข้าทั้งหมด (fraction of inspired oxygen); GCS คือ คะแนนความรู้สึกตัวตามกลาสโกว์โกมา สเกล (Glasgow Coma Scale score) โดยใช้ที่เป็นสำหรับผู้ป่วยเด็ก; MAP คือ ค่าเฉลี่ยความดันโลหิต (mean arterial pressure) (หน่วย มิลลิเมตรปรอท; mmHg); PaO₂ คือ ความดันย่อยของออกซิเจนในหลอดเลือดแดง (partial pressure of oxygen); SpO₂ คือ ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด (peripheral oxygen saturations)

^a ถ้าหากผลรวมคะแนนจากทุกข้อ มากกว่าหรือเท่ากับ 2 คะแนนซึ่งคำนวณภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมงก่อนพบการติดเชื้อจนถึงภายใน 24 ชั่วโมงภายหลังพบการติดเชื้อ บ่งบอกภาวะพิษเหตุติดเชื้อ

^b เฉพาะ SpO₂ ที่มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 97 จึงนำมาคำนวณ

^c ค่าจุดตัดสำหรับผู้ป่วยอายุมากกว่า 18 ปี (216 เดือน) จะใช้เหมือนกับในคะแนน SOFA ดั้งเดิม (original SOFA score)

5. วัตถุประสงค์ของโครงการ

วัตถุประสงค์การวิจัย:

เพื่อศึกษาประโยชน์ของการใช้โปรแกรมประเมินและแจ้งเตือนผ่านอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในการดูแลผู้ป่วยผู้ใหญ่และเด็กที่มีภาวะพิษเหตุติดเชื้อในแผนกฉุกเฉินว่ามีผลช่วยลดระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉิน (emergency department length of stay; ED LOS) ได้หรือไม่

เป้าหมายที่ 1 (Aim 1) เรื่อง Adult sepsis patient

คำถามวิจัย

คือ

การใช้โปรแกรมประเมินและแจ้งเตือนผ่านอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ในการดูแลผู้ป่วยผู้ใหญ่ที่มีภาวะพิษเหตุติดเชื้อในแผนกฉุกเฉินมีผลช่วยลดระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉิน (emergency department length of stay; ED LOS) ได้หรือไม่

สมมติฐาน

คือ

การใช้โปรแกรมประเมินและแจ้งเตือนผ่านอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ในการดูแลผู้ป่วยผู้ใหญ่ที่มีภาวะพิษเหตุติดเชื้อในแผนกฉุกเฉินมีผลช่วยลดระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉิน (emergency department length of stay; ED LOS) ได้หรือไม่

ขเหตุติดเชื้ในแผนกฉุกเฉินมีผลช่วยลระยะเวลาการอยู้ในแผนกฉุกเฉิน (emergency department length of stay; ED LOS) ได้เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใช้โปรแกรมดังกล่าว

เป้าหมายที่ 2 (Aim 2) เรื่อง Adult septic shock patient

คำถามวิจัย

คือ

การใช้โปรแกรมประเมินและแจ้งเตือนผ่านอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ในการดูแลผู้ป่วยผู้ใหญ่ที่มีภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้ในแผนกฉุกเฉินมีผลช่วยลระยะเวลาการอยู้ในแผนกฉุกเฉิน (emergency department length of stay; ED LOS) ได้หรือไม่

สมมติฐาน

คือ

การใช้โปรแกรมประเมินและแจ้งเตือนผ่านอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ในการดูแลผู้ป่วยผู้ใหญ่ที่มีภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้ในแผนกฉุกเฉินมีผลช่วยลระยะเวลาการอยู้ในแผนกฉุกเฉิน (emergency department length of stay; ED LOS) ได้เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใช้โปรแกรมดังกล่าว

เป้าหมายที่ 3 (Aim 3) เรื่อง Pediatric sepsis patient

คำถามวิจัย

คือ

การใช้โปรแกรมประเมินและแจ้งเตือนผ่านอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ในการดูแลผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะพิษเหตุติดเชื้ในแผนกฉุกเฉินมีผลช่วยลระยะเวลาการอยู้ในแผนกฉุกเฉิน (emergency department length of stay; ED LOS) ได้หรือไม่

สมมติฐาน

คือ

การใช้โปรแกรมประเมินและแจ้งเตือนผ่านอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ในการดูแลผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะพิษเหตุติดเชื้ในแผนกฉุกเฉินมีผลช่วยลระยะเวลาการอยู้ในแผนกฉุกเฉิน (emergency department length of stay; ED LOS) ได้เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใช้โปรแกรมดังกล่าว

เป้าหมายที่ 4 (Aim 4) เรื่อง Pediatric septic shock patient

คำถามวิจัย

คือ

การใช้โปรแกรมประเมินและแจ้งเตือนผ่านอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ในการดูแลผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะช็อก

หตุพิษติดเชื้อในแผนกฉุกเฉินมีผลช่วยลดระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉิน (emergency department length of stay; ED LOS) ได้หรือไม่

สมมติฐาน

คือ

การใช้โปรแกรมประเมินและแจ้งเตือนผ่านอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ในการดูแลผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะช็อก
หตุพิษติดเชื้อในแผนกฉุกเฉินมีผลช่วยลดระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉิน (emergency department length of stay; ED LOS) ได้เมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่ใช้โปรแกรมดังกล่าว

นิยามศัพท์ (Definition)

ภาวะพิษเหตุติดเชื้อ

(sepsis)

หมายถึง

ภาวะการทำงานที่ผิดปกติของอวัยวะซึ่งส่งผลกระทบต่อชีวิต

โดยมีสาเหตุมาจากการตอบสนองอย่างผิดปกติของร่างกายต่อการติดเชื้อ¹

สำหรับผู้ป่วยผู้ใหญ่:

ภาวะการทำงานที่ผิดปกติของอวัยวะจากภาวะพิษเหตุติดเชื้อ

(sepsis-induced

organ

dysfunction)

หมายถึง

การเปลี่ยนแปลงอย่างเฉียบพลันของผลรวมคะแนนการประเมินผลกระทบที่ทำให้เกิดอวัยวะล้มเหลว

(Sequential (sepsis-related) Organ Failure Assessment score; SOFA score) ที่มากกว่าหรือเท่ากับ 2 คะแนน ซึ่งเป็นผลจากการติดเชื้อ^{1,22} (ตารางที่ 3)

สำหรับผู้ป่วยผู้ใหญ่: ภาวะความดันโลหิตต่ำที่เกิดจากการติดเชื้อ (sepsis-induced

hypotension)

หมายถึง ภาวะที่มีความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (systolic blood

pressure; SBP) น้อยกว่า 90 มิลลิเมตรปรอท หรือ ค่าเฉลี่ยความดันโลหิต (mean arterial

pressure; MAP) น้อยกว่า 70 มิลลิเมตรปรอท หรือ

ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวลดลงมากกว่า 40 มิลลิเมตรปรอท หรือ น้อยกว่า 2

เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าปกติในอายุนั้น

ในผู้ป่วยที่ไม่พบสาเหตุอื่นของการมีภาวะความดันโลหิตต่ำ²⁸

สำหรับผู้ป่วยผู้ใหญ่:

ภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อ (septic shock)

หมายถึง

ภาวะพิษเหตุติดเชื้อที่ยังคงมีความดันโลหิตต่ำอยู่ทั้งที่ได้รับสารน้ำอย่างเพียงพอ

โดยจำเป็นต้องได้รับยาหดหลอดเลือด (vasopressor) เพื่อคงระดับค่าเฉลี่ยความดันโลหิตแรก

รับให้มากกว่าหรือเท่ากับ 65 มิลลิเมตรปรอท และมีค่าแลคเตทในเลือดมากกว่า 2 มิลลิโมลต่อลิตร

(mmol/L)¹

สำหรับผู้ป่วยผู้ใหญ่:

ระยะเวลาตั้งแต่เข้ามาในแผนกฉุกเฉินจนได้ค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตตามเป้าหมาย (door-to-achieved MAP time; หน่วยนาที) จะเป็นระยะเวลาตั้งแต่เข้ามาในแผนกฉุกเฉินจนได้ค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตตามเป้าหมาย ซึ่งคือได้มากกว่าหรือเท่ากับ 65 มิลลิเมตรปรอท¹

สำหรับผู้ป่วยเด็ก: ภาวะพิษเหตุติดเชื้อ (pediatric patient with sepsis)

หมายถึง

ผู้ป่วยเด็กที่ยืนยันหรือสงสัยมีการติดเชื้อซึ่งพบว่ามีคะแนนการประเมินผลกระทบที่ทำให้เกิดอวัยวะล้มเหลวสำหรับผู้ป่วยเด็ก (Pediatric Sequential Organ Failure Assessment score; pSOFA score) เพิ่มขึ้นอย่างเฉียบพลันตั้งแต่ 2 คะแนนขึ้นไปซึ่งคำนวณภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมงก่อนพบการติดเชื้อจนถึงภายใน 24 ชั่วโมงภายหลังพบการติดเชื้อ และได้รับการรักษาด้วยยาปฏิชีวนะในหอผู้ป่วยวิกฤตกุมารเวชศาสตร์ โดยถ้าหากไม่ทราบคะแนนมาก่อนหน้านี้ ให้ถือว่าคะแนน pSOFA ก่อนหน้านี้นี้เป็นศูนย์²⁶ (ตารางที่ 5)

สำหรับผู้ป่วยเด็ก: เวลาที่พบการติดเชื้อ (infection time) หมายถึง

เวลาที่เริ่มมีการตรวจด้านจุลชีววิทยาหรือได้มีการสั่งให้ยาปฏิชีวนะโดยแพทย์²⁶

สำหรับผู้ป่วยเด็ก: ภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อ (septic shock) หมายถึง

ภาวะพิษเหตุติดเชื้อร่วมกับมีระบบหัวใจและหลอดเลือดผิดปกติ (แม้จะได้รับการรักษาด้วยสารน้ำ > 40 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัม (mL/kg) ในระยะเวลา 1 ชั่วโมง) ได้แก่ ความดันโลหิตต่ำ หรือจำเป็นต้องได้รับยาหดหลอดเลือดหรือยาเพิ่มความดัน (vasopressor; vasoactive drug, inotropic drug) หรือ พบความผิดปกติอย่างน้อย 2 ใน 5 ข้อ ได้แก่ มีภาวะเลือดเป็นกรด (metabolic acidosis) ที่มีค่า base deficit > 5.0 มิลลิอีควิวเลนซ์ต่อลิตร (mEq/L) มีค่าแลคเตทในเลือดที่มากที่สุดมีค่ามากกว่า 2 เท่าของค่าปกติ มีปัสสาวะออกน้อยกว่า 0.5-1 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมง (mL/kg/hour) มีเลือดไปเลี้ยงส่วนปลายช้าลง (delay capillary refill time) > 5 วินาที และ/หรือมีความต่างของอุณหภูมิร่างกายส่วนกลางกับส่วนรยางค์ต่างกันมากกว่า 3 องศาเซลเซียส²⁶

สำหรับผู้ป่วยเด็ก: ค่าความดันโลหิตเพื่อใช้ระบุเบื้องต้นว่ามีความดันโลหิตต่ำ คือ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (systolic blood pressure; SBP) น้อยกว่าค่าที่คำนวณจากสูตร $70 + (2 \times \text{อายุหน่วยปี})$ หน่วยมิลลิเมตรปรอท

สำหรับผู้ป่วยเด็ก: ระยะเวลาตั้งแต่เข้ามาในแผนกฉุกเฉินจนได้ค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตตามเป้าหมาย (door-to-achieved MAP time; หน่วยนาที) จะเป็นระยะเวลาตั้งแต่เข้ามาในแผนกฉุกเฉินจนได้ค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตตามเป้าหมาย ซึ่งคือได้ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตแรกเริ่ม (mean arterial pressure) มากกว่าหรือเท่ากับค่าทั่วไปตามอายุคือ ทารกแรกเกิด (อายุน้อยกว่า 1 เดือน; newborn) คือมากกว่าหรือเท่ากับ 55 มิลลิเมตรปรอท ทารก (อายุ 1 เดือนถึงน้อยกว่า 2 ปี; infant) คือมากกว่าหรือเท่ากับ 58 มิลลิเมตรปรอท และ เด็ก (อายุตั้งแต่ 2 ปีถึง 7 ปี; child) คือมากกว่าหรือเท่ากับ 65 มิลลิเมตรปรอท²⁷

6. เป้าหมาย

พัฒนาโปรแกรมประเมินและแจ้งเตือนผ่านอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่เพื่อใช้ในการดูแลผู้ป่วยผู้ใหญ่และเด็กที่สงสัยว่ามีภาวะพิษเหตุติดเชื้อหรือภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อที่เข้ารับการรักษาในแผนกฉุกเฉิน

7. พื้นที่ดำเนินการ/กลุ่มเป้าหมาย

ผู้ป่วยเด็กอายุน้อยกว่า 15 ปี และผู้ป่วยผู้ใหญ่อายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป ที่สงสัยว่ามีภาวะพิษเหตุติดเชื้อหรือภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อที่เข้ารับการรักษาในแผนกฉุกเฉิน โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ ซึ่งเป็นโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยในระดับตติยภูมิที่มีผู้ป่วยภาวะต่าง ๆ มารับบริการมากกว่า 33,000 ครั้งต่อปี โดยการแบ่งช่วงอายุระหว่างผู้ป่วยเด็กและผู้ป่วยผู้ใหญ่ที่อายุ 15 ปีมาจากแนวทางปฏิบัติของโรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ที่ผู้ป่วยเด็กที่อายุน้อยกว่า 15 ปีจะได้รับการดูแลจากแพทย์สาขากุมารเวชศาสตร์และผู้ป่วยที่อายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไปจะได้รับการดูแลจากแพทย์สาขาอายุรศาสตร์ ซึ่งแพทย์ทั้งสองสาขามีแนวทางปฏิบัติงานที่แตกต่างกัน เช่น แพทย์ที่ให้การดูแลและหอบผู้ป่วยที่รับผู้ป่วยไว้ดูแล การคำนวณขนาดยาตามน้ำหนักผู้ป่วย

8. วิธีดำเนินการ (ให้จำแนกขั้นตอนตามแบบการเขียนโครงการวิจัยและพัฒนา : R&D)

การศึกษานี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ที่จะดำเนินการค้นคว้า ทดลอง สร้างนวัตกรรมที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและเทคโนโลยี mobile and web application ใช้ในการดูแลผู้ป่วยผู้ใหญ่และเด็กที่สงสัยว่ามีภาวะพิษเหตุติดเชื้อหรือภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อที่เข้ารับการรักษาในแผนกฉุกเฉิน แนวทางการวิจัยเป็นการผนวกกิจกรรมวิจัย (R) และกระบวนการพัฒนา (D) เข้าด้วยกัน

1) วิจัยเพื่อศึกษาสำรวจสภาพปัญหา และ

แนวทางดำเนินการที่เหมาะสมตามความต้องการการใช้งาน (R1)

การศึกษาในขั้นตอนนี้เป็นการวิจัยเพื่อความเข้าใจในประเด็นปัญหาอย่างถ่องแท้ และเป็นการค้นคว้าเพื่อทำความเข้าใจ ในทฤษฎี แนวคิด เพื่อค้นหาแนวปฏิบัติที่ได้รับการยอมรับสำหรับการดูแลผู้ป่วยผู้ใหญ่และเด็กที่สงสัยว่ามีภาวะพิษเหตุติดเชื้อหรือภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อที่เข้ารับการรักษาในแผนกฉุกเฉิน และการพัฒนาระบบประเมินและแจ้งเตือนทีมแพทย์พยาบาลผู้รักษาที่เกี่ยวข้อง

2) สร้างต้นแบบนวัตกรรม (D1)

เป็นขั้นตอนการสร้างต้นแบบของนวัตกรรม

ในการศึกษานี้ผู้วิจัยวางแผนการดำเนินการด้วยการใช้หลักการ

การออกแบบโดยใช้ผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง (User-Centered Design)

และใช้หลักการการมีส่วนร่วมในการออกแบบและพัฒนาต้นแบบ

(Prototype) ร่วมกับผู้ใช้ระบบจริง ซึ่งได้แก่ บุคลากรทางการแพทย์ ณ

จุดคัดกรอง (triage) หน้าแผนกฉุกเฉิน แพทย์พยาบาลในแผนกฉุกเฉิน

(emergency department) ทีมแพทย์อายุรกรรม (internal

medicine) และทีมแพทย์กุมารเวชศาสตร์ (Pediatrics)

โดยเฉพาะแพทย์เฉพาะทางที่ดูแลผู้ป่วยวิกฤต (critical care)

โดยการสร้างต้นแบบนวัตกรรมนั้นจะแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือระยะที่ 1

การพัฒนาระบบ android application

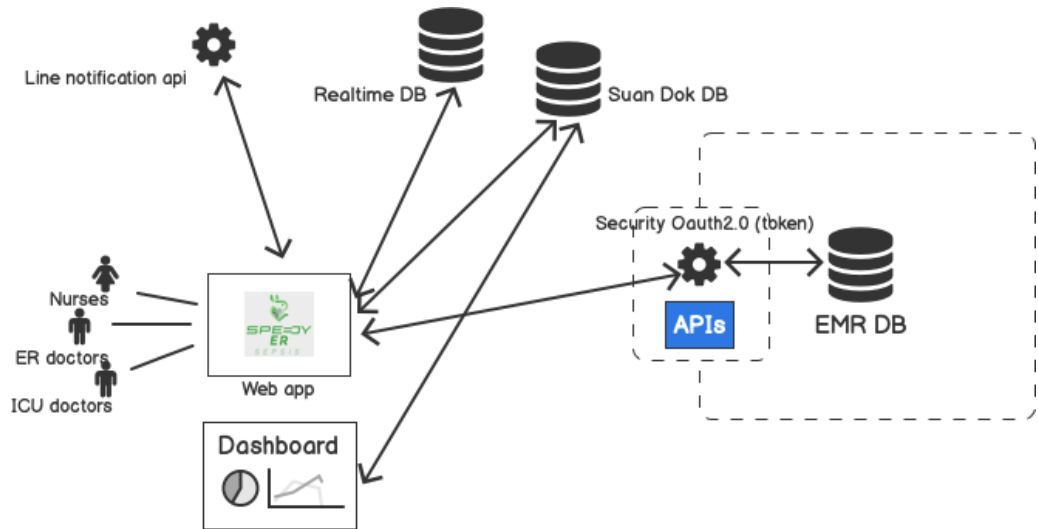
ประเมินและแจ้งเตือนผ่านอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ในการดูแลผู้ป่วยภาวะพิษเหตุติดเชื้อในแผนกฉุกเฉิน

มีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบการทำงานของระบบทำได้อย่างถูกต้องหรือไม่

และระยะที่ 2 เป็นการพัฒนาต่อจากระบบ android application

ในระยะที่ 1 ให้เป็นระบบ web application

ที่เชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลโรงพยาบาลสวนดอก (EMR system)
โดยมีสถาปัตยกรรมแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 สถาปัตยกรรมของระบบเว็บ (ต้นแบบ)

ประเมินและแจ้งเตือนผ่านอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ในการดูแลผู้ป่วยภาวะพิษเหตุติดเชื้อในแผนกฉุกเฉิน

จากสถาปัตยกรรมของระบบเว็บ (ต้นแบบ)

ประเมินและแจ้งเตือนผ่านเว็บบนอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ในการดูแลผู้ป่วยภาวะพิษเหตุติดเชื้อในแผนกฉุกเฉินนี้ ผู้ใช้งานระบบจะประกอบไปด้วยบุคลากรทางการแพทย์ ณ จุดคัดกรอง ทีมแพทย์พยาบาลในแผนกฉุกเฉิน และทีมแพทย์อายุรกรรมที่สามารถประเมิน วินิจฉัย

และแจ้งเตือนผ่านเว็บบนอุปกรณ์สื่อสารมือถือถือสำหรับการดูแลผู้ป่วยผู้ใหญ่และเด็กที่สงสัยว่ามีภาวะพิษเหตุติดเชื้อ (Sepsis case)

โดยระบบจะดึงข้อมูลคนไข้จากฐานข้อมูล EMR DB ของโรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ผ่าน APIs ที่พัฒนาขึ้น

เข้ามาในระบบเว็บเพื่อให้พยาบาลคัดกรองสามารถประเมินค่า Vital signs ของผู้ป่วยและส่งต่อให้ทีมแพทย์พยาบาลในแผนกฉุกเฉิน

ทำการวินิจฉัยและรักษาผู้ป่วยต่อ

การแจ้งเตือนของระบบเป็นการแจ้งเตือนผ่านระบบ Line notification

ทำให้ผู้ใช้งานสามารถรับรู้การแจ้งเตือนระหว่างการดูแลผู้ป่วยที่สงสัยภาวะพิษเหตุติดเชื้อ

ได้อย่างทันทั่วทั้งที่ หลังจากการดูแลรักษาผู้ป่วยที่สงสัยภาวะพิษเหตุติดเชื้อ ระบบจะบันทึกข้อมูล Vital signs และการผลการประเมินของผู้ป่วยกลับไปในระบบฐานข้อมูล EMR โดยผ่าน APIs และเนื่องด้วยระบบ mobile application นี้ ซึ่งมีชื่อเรียกว่า “Speedy ER Sepsis” มีผู้ใช้หลายคน ทำให้ระบบต้องติดต่อกับ Realtime DB server เพื่อ sync ข้อมูลแบบ Realtime กับทุก devices ที่มีการใช้งานแบบอัตโนมัติ นอกจากนี้ผู้ใช้งานระบบสามารถจัดการข้อมูลผู้ใช้และดูข้อมูลการประเมินและรักษาผู้ป่วยที่สงสัยภาวะพิษเหตุติดเชื้อจากระบบ Dashboard หลังบ้านได้

3) การวิจัยเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพในกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก (R2)

เป็นการทดสอบการใช้งานได้ (Usability test) ของต้นแบบ วัตถุประสงค์ของการทดสอบในขั้นตอนนี้

เป็นการทดสอบเพื่อพยายามค้นหาปัญหาของต้นแบบ

และประเมินความถูกต้องเบื้องต้น

โดยให้แพทย์ผู้ที่มีประสบการณ์ดูแลผู้ป่วยในแผนกฉุกเฉิน เข้าร่วมทดลองใช้ web application

ทั้งนี้เพื่อคำนึงถึงความปลอดภัยและการป้องกันผลกระทบที่อาจจะเกิดแก่คุณภาพการดูแลผู้ป่วย

4) ปรับปรุงต้นฉบับ (D2)

ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่พบ

ปรับแก้จนกระทั่งให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องและใช้งานได้สะดวกเหมาะสมกับการปฏิบัติงานจริง

5) ทดลองใช้ในกลุ่มตัวอย่างที่ใหญ่ขึ้นและวัดประเมินผลการดำเนินงาน (R3)

เมื่อกระบวนการปรับปรุงต้นแบบแล้วเสร็จ และมีเสร็จสมบูรณ์พร้อมใช้งาน จะมีการใช้ในการปฏิบัติงานจริง โดยที่จะมีการเก็บข้อมูลดังนี้

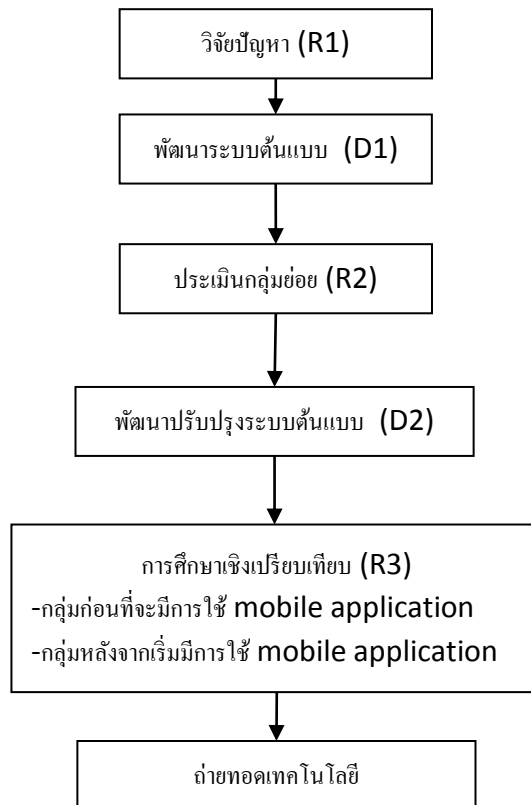
สำหรับ Aim 1 (Adult sepsis patient) และ Aim 2 (Adult septic shock patient)

เป็นการศึกษาวิจัยแบบวิเคราะห์แบบเก็บข้อมูลไปข้างหน้าแล้วเปรียบเทียบกับกลุ่มชี้

อมูลย้อนหลัง (Quasi-experimental study) ในช่วงก่อนและหลังเริ่มใช้ mobile application

สำหรับ Aim 3 (Pediatric sepsis patient) และ Aim 4 (Pediatric septic shock patient) เป็นการศึกษาวิจัยแบบวิเคราะห์แบบเก็บข้อมูลไปข้างหน้าแล้วเปรียบเทียบกับกลุ่มข้อมูลย้อนหลัง (Quasi-experimental study) ในช่วงก่อนและหลังเริ่มใช้ mobile application และออกแบบการวิจัยเป็นแบบการวิจัยเพื่อหาความเป็นไปได้ (Feasibility study)

เนื่องจากการสำรวจเบื้องต้นแล้วพบว่าต้องใช้ระยะเวลานานหลายปีเพื่อจะเก็บข้อมูลให้ได้ตามขนาดตัวอย่างที่ต้องการ (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 โครงการวิจัยและพัฒนารูปแบบ R&D ของโครงการ

รายละเอียดเกี่ยวกับการวิจัยทางการแพทย์

ประชากรที่ศึกษา (Study population)

1. แหล่งที่มาของตัวอย่างหรือผู้ป่วย (source of participants)

ผู้ป่วยที่มีภาวะพิษเหตุติดเชื้อหรือภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อที่เข้ารับการรักษาในแผนกฉุกเฉิน
น โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ แบ่งประชากรเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1) กลุ่มก่อนที่จะมีการใช้ web application (usual group ซึ่งเป็น historical control group) โดยเป็นผู้ป่วยผู้ใหญ่หรือเด็กที่มีภาวะพิษเหตุติดเชื้อหรือมีภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อที่เข้ารับการรักษาในแผนกฉุกเฉิน โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ โดยแบ่งย่อยตามเป้าหมายของการวิจัยและกลุ่มอายุ ได้ดังต่อไปนี้

1.1) สำหรับเป้าหมายที่ 1 (Aim 1) จะศึกษาผู้ป่วยผู้ใหญ่ที่มีภาวะพิษเหตุติดเชื้อ (Adult sepsis patient)

และ สำหรับเป้าหมายที่ 2 (Aim 2)

จะศึกษาผู้ป่วยผู้ใหญ่ที่มีภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อ (Adult septic shock patient) เรียกว่ากลุ่ม Adult usual group (AUG)

1.2) สำหรับเป้าหมายที่ 3 (Aim 3) จะศึกษาผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะพิษเหตุติดเชื้อ (Pediatric sepsis patient) และ สำหรับเป้าหมายที่ 4 (Aim 4)

จะศึกษาผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อ (Pediatric septic shock patient) เรียกว่ากลุ่ม Pediatric usual group (PUG)

2) กลุ่มหลังจากเริ่มมีการใช้ web application (web application group ซึ่งเป็น intervention group) โดยเป็นผู้ป่วยผู้ใหญ่หรือเด็กที่มีภาวะพิษเหตุติดเชื้อหรือมีภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อที่เข้ารับการรักษาในแผนกฉุกเฉิน โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ โดยแบ่งย่อยตามเป้าหมายของการวิจัยและกลุ่มอายุ ได้ดังต่อไปนี้

2.1) สำหรับเป้าหมายที่ 1 (Aim 1) จะศึกษาผู้ป่วยผู้ใหญ่ที่มีภาวะพิษเหตุติดเชื้อ (Adult sepsis patient) และ สำหรับเป้าหมายที่ 2 (Aim 2) จะศึกษาผู้ป่วยผู้ใหญ่ที่มีภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อ (Adult septic shock patient) เรียกว่ากลุ่ม Adult web application group (AWG)

2.2) สำหรับเป้าหมายที่ 3 (Aim 3) จะศึกษาผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะพิษเหตุติดเชื้อ (Pediatric sepsis patient) และ สำหรับเป้าหมายที่ 4 (Aim 4) จะศึกษาผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อ (Pediatric septic shock patient) เรียกว่ากลุ่ม Pediatric web application group (PWG)

โดยระยะเวลาของการได้มาซึ่งผู้ป่วยมีรายละเอียดในเรื่องการคำนวณขนาดตัวอย่าง

2. จำนวนผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยที่ต้องการและวิธีการคำนวณทางสถิติ (number of participants and sample size calculation)

สำหรับเป้าหมายที่ 1 (Aim 1) เรื่อง Adult sepsis patient

จากการทบทวนข้อมูลเบื้องต้นของโรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่พบว่าผู้ป่วยผู้ใหญ่ที่มีภาวะพิษเหตุติดเชื้อมีค่าเฉลี่ยระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉิน (emergency department length of stay; ED LOS) เท่ากับ 229.8 นาที (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 108.1 นาที) ในขณะที่จากการวิจัยของต่างประเทศพบว่าผู้ป่วยภาวะพิษเหตุติดเชื้อมีค่ามัธยฐานระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉินเท่ากับ 3.47 ชั่วโมง หรือ 208.2 นาที (Interquartile range = 1.53 – 10 ชั่วโมง หรือ 91.8 – 600 นาที) ผู้วิจัยจึงตั้งเป้าหมายว่าการทำ web application มาใช้ควรจะสามารถลดระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉินลงเหลือเท่ากับ 180 นาที โดยใช้วิธีการคำนวณขนาดตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างประชากร 2 กลุ่ม (ที่เป็นอิสระต่อกัน) โดยใช้สูตรต่อไปนี้²⁹

$$n \text{ ต่อกลุ่ม} = \frac{2(Z_\alpha + Z_\beta)^2 \times \sigma^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$$

กำหนดให้

$$\mu_1 = \text{ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามของวิจัยเดิม} = 229.8 \text{ นาที}$$

$$\mu_2 = \text{ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามที่ต้องการ} = 180 \text{ นาที}$$

$$\sigma^2 = \text{ความแปรปรวนของตัวแปรตาม} = (108.1 \text{ นาที})^2$$

$$\alpha = 0.05 \text{ ซึ่งจะได้ } Z_\alpha = 1.65 \text{ (เป็นการทดสอบด้านเดียว)}$$

$$\beta = 0.20 \text{ ซึ่งจะได้ } Z_\beta = 0.84$$

$$\begin{aligned} n \text{ ต่อกลุ่ม} &= \frac{2(Z_\alpha + Z_\beta)^2 \times \sigma^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2} \\ &= \frac{2(1.65 + 0.84)^2 \times 108.1^2}{(229.8 - 180)^2} \\ &= \frac{2(2.49)^2 \times (11707.24)}{(49.8)^2} \\ &= 58.4 \text{ H } 59 \text{ รายต่อกลุ่ม} \end{aligned}$$

ดังนั้น ต้องใช้ขนาดตัวอย่าง 59 รายต่อกลุ่ม โดยเมื่อปรับขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นเพื่อข้อมูลสูญหายร้อยละ 20 จะได้ขนาดตัวอย่างเท่ากับ $59/(1-0.2) = 73.75$ คือประมาณ 74 รายต่อกลุ่ม จำนวน 2 กลุ่ม รวมเป็น 148 ราย

จากการทบทวนข้อมูลเบื้องต้นของโรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ ระหว่างวันที่ 1 มิถุนายน 2561 ถึง 31 สิงหาคม 2561 พบว่ามีผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นผู้ป่วยผู้ใหญ่ที่มีภาวะพิษเหตุติดเชื้อจำนวน 71 ราย หรือเฉลี่ยเป็นจำนวน 24 รายต่อเดือน ผู้วิจัยจึงวางแผนเก็บตัวอย่าง = $74/24 = 3.08$ H 3 เดือนต่อกลุ่ม กล่าวคือ กลุ่มก่อนที่จะมีการใช้ web application (historical control group) จำนวน 3 เดือน คือ ตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม 2562 ถึง วันที่ 29 กุมภาพันธ์ 2563 หรือจนกว่าจะได้จำนวนตัวอย่างที่เพียงพอแต่ต้องยังไม่ได้อยู่ในช่วงที่มีการใช้ web application และจะเก็บข้อมูลสำหรับกลุ่มหลังจากเริ่มมีการใช้ web application (intervention group) จำนวน 3 เดือน โดยเดือนที่จะเริ่มเก็บข้อมูลจะเป็นหลังจากการพัฒนา web application เบื้องต้นเสร็จสิ้น ซึ่งคาดว่าจะอยู่ในเดือนพฤษภาคม 2564 – กรกฎาคม 2564 โดยจะมีช่วงสำหรับการให้เจ้าหน้าที่ทดลองใช้งาน web application จนคุ้นเคยประมาณ 1 เดือนในช่วงเดือนเมษายน 2564

สำหรับเป้าหมายที่ 2 (Aim 2) เรื่อง Adult septic shock patient

จากการทบทวนข้อมูลเบื้องต้นของโรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่พบว่าผู้ป่วยผู้ใหญ่ที่มีภาวะช็อกเหตุพิษเหตุติดเชื้อมีค่าเฉลี่ยระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉินเท่ากับ 273 นาที (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 133 นาที) ผู้วิจัยจึงตั้งเป้าหมายว่าการทำ web application มาใช้ควรจะสามารถลดระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉินลงเหลือเท่ากับ 180 นาที โดยใช้วิธีการคำนวณขนาดตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างประชากร (ที่เป็นอิสระต่อกัน) โดยใช้สูตรต่อไปนี้²⁹

$$n \text{ ต่อกลุ่ม} = \frac{2(Z_\alpha + Z_\beta)^2 \times \sigma^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$$

กำหนดให้

μ_1 = ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามของวิจัยเดิม = 273 นาที

μ_2 = ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามที่ต้องการ = 180 นาที

σ^2 = ความแปรปรวนของตัวแปรตาม = (133 นาที)²

α = 0.05 ซึ่งจะได้ $Z_\alpha = 1.65$ (เป็นการทดสอบด้านเดียว)

$$\alpha = 0.20 \text{ ซึ่งจะได้ } Z_{\alpha} = 0.84$$

$$\begin{aligned} n \text{ ต่อกลุ่ม} &= \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 \times \sigma^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2} \\ &= \frac{2(1.65 + 0.84)^2 \times 133^2}{(273 - 180)^2} \\ &= \frac{2(2.49)^2 \times (17689)}{(93)^2} \\ &= 25.4 \text{ H } 26 \text{ รายต่อกลุ่ม} \end{aligned}$$

ดังนั้น ต้องใช้ขนาดตัวอย่าง 26 รายต่อกลุ่ม โดยเมื่อปรับขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นเพื่อข้อมูลสูญหายร้อยละ 20 จะได้ขนาดตัวอย่างเท่ากับ $26/(1-0.2) = 32.5$ รายต่อกลุ่ม คือประมาณ 33 รายต่อกลุ่ม จำนวน 2 กลุ่ม รวมเป็น 66 ราย

จากการทบทวนข้อมูลเบื้องต้นของโรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ ระหว่างวันที่ 1 มิถุนายน 2561 ถึง 31 สิงหาคม 2561 พบว่ามีผู้ป่วยผู้ใหญ่ที่มีภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อจำนวน 44 ราย หรือเฉลี่ยเป็นจำนวน 14.6 รายต่อเดือน ผู้วิจัยจึงวางแผนเก็บตัวอย่าง = $33/14.6 = 2.26$ H 3 เดือนต่อกลุ่ม กล่าวคือ กลุ่มก่อนที่จะมีการใช้ web application (historical control group) จำนวน 3 เดือน คือ ตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม 2562 ถึง วันที่ 29 กุมภาพันธ์ 2563 หรือจนกว่าจะได้จำนวนตัวอย่างที่เพียงพอแต่ต้องยังไม่ได้อยู่ในช่วงที่มีการใช้ web application และจะเก็บข้อมูลสำหรับกลุ่มหลังจากเริ่มมีการใช้ web application (intervention group) จำนวน 3 เดือน โดยเดือนที่จะเริ่มเก็บข้อมูลจะเป็นหลังจากการพัฒนา web application เบื้องต้นเสร็จสิ้น ซึ่งคาดว่าจะอยู่ในเดือนพฤษภาคม 2564 – กรกฎาคม 2564 โดยจะมีช่วงสำหรับการให้เจ้าหน้าที่ทดลองใช้งาน web application จนคุ้นเคยประมาณ 1 เดือนในช่วงเดือนเมษายน 2564

สำหรับเป้าหมายที่ 3 (Aim 3) เรื่อง Pediatric sepsis patient

จากการทบทวนข้อมูลเบื้องต้นของโรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่พบว่าผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะพิษเหตุติดเชื้อมีค่าเฉลี่ยระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉิน (emergency department length of stay; ED LOS) เท่ากับ 133 นาที (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 115 นาที) ผู้วิจัยจึงตั้งเป้าหมายว่าการทำ web application มาใช้ควรจะสามารถลดระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉินลงเหลือเท่ากับ 90 นาที

โดยใช้วิธีการคำนวณขนาดตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างประชากร 2 กลุ่ม (ที่เป็นอิสระต่อกัน) โดยใช้สูตรต่อไปนี้²⁹

$$n \text{ ต่อกลุ่ม} = \frac{2(Z_\alpha + Z_\beta)^2 \times \sigma^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$$

กำหนดให้

$$\mu_1 = \text{ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามของวิจัยเดิม} = 133 \text{ นาที}$$

$$\mu_2 = \text{ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามที่ต้องการ} = 90 \text{ นาที}$$

$$\sigma^2 = \text{ความแปรปรวนของตัวแปรตาม} = (115 \text{ นาที})^2$$

$$\alpha = 0.05 \text{ ซึ่งจะได้ } Z_\alpha = 1.65 \text{ (เป็นการทดสอบด้านเดียว)}$$

$$\beta = 0.20 \text{ ซึ่งจะได้ } Z_\beta = 0.84$$

$$\begin{aligned} n \text{ ต่อกลุ่ม} &= \frac{2(Z_\alpha + Z_\beta)^2 \times \sigma^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2} \\ &= \frac{2(1.65 + 0.84)^2 \times 115^2}{(133 - 90)^2} \\ &= \frac{2(2.49)^2 \times (13225)}{(43)^2} \\ &= 88.69 \text{ H } 89 \text{ รายต่อกลุ่ม} \end{aligned}$$

ดังนั้น ต้องใช้ขนาดตัวอย่าง 89 รายต่อกลุ่ม โดยเมื่อปรับขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นเพื่อข้อมูลสูญหายร้อยละ 20 จะได้ขนาดตัวอย่างเท่ากับ $89/(1-0.2) = 111.25$ คือประมาณ 112 รายต่อกลุ่ม

จากการทบทวนข้อมูลเบื้องต้นของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2561 ถึง 31 มกราคม 2563 พบว่ามีผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะพิษเหตุติดเชื้อจำนวน 10 ราย หรือเฉลี่ยเป็นจำนวน 0.4 รายต่อเดือน ซึ่งต้องใช้เวลากลับตัวอย่าง $= 112/0.4 = 280$ เดือนต่อกลุ่ม $= 23.33$ ปี ซึ่งเป็นระยะเวลาที่นานเกินไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงปรับการออกแบบการวิจัยเป็นแบบการวิจัยเพื่อหาความเป็นไปได้ (Feasibility study) ของการวิจัยในลักษณะนี้แทน โดยกลุ่มก่อนที่จะมีการใช้ web application (historical control group) จะเก็บข้อมูลจำนวน 26 เดือน คือ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2561 ถึง วันที่ 29 กุมภาพันธ์ 2563 และจะเก็บข้อมูลสำหรับกลุ่มหลังจากเริ่มมีการใช้ web application (intervention group) จำนวน 3 เดือนเพื่อให้เป็นช่วงเดียวกันกับการเก็บข้อมูลของ Aim 1, Aim 2

โดยเป็นเดือนหลังจากการพัฒนา web application เบื้องต้นเสร็จสิ้น
 ซึ่งคาดว่าจะอยู่ในเดือนพฤษภาคม 2564 – กรกฎาคม 2564
 โดยจะมีช่วงสำหรับการให้เจ้าหน้าที่ทดลองใช้งาน web application จนคุ้นเคยประมาณ 1
 เดือนในช่วงเดือนเมษายน 2564

สำหรับเป้าหมายที่ 4 (Aim 4) เรื่อง Pediatric septic shock patient

จากการทบทวนข้อมูลเบื้องต้นของโรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่พบว่าผู้ป่วยเด็กที่มีภ
 วะช็อกเหตุพิษติดเชื้อมีค่าเฉลี่ยระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉินเท่ากับ 130 นาที
 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 110 นาที) ผู้วิจัยจึงตั้งเป้าหมายว่าการทำ web application
 มาใช้ควรจะสามารถลดระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉินลงเหลือเท่ากับ 80 นาที
 โดยใช้วิธีการคำนวณขนาดตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างประชากร 2 กลุ่ม
 (ที่เป็นอิสระต่อกัน) โดยใช้สูตรต่อไปนี้²⁹

$$n \text{ ต่อกลุ่ม} = \frac{2(Z_\alpha + Z_\beta)^2 \times \sigma^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$$

กำหนดให้

μ_1 = ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามของวิจัยเดิม = 130 นาที

μ_2 = ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามที่ต้องการ = 80 นาที

σ^2 = ความแปรปรวนของตัวแปรตาม = (110 นาที)²

α = 0.05 ซึ่งจะได้ $Z_\alpha = 1.65$ (เป็นการทดสอบด้านเดียว)

β = 0.20 ซึ่งจะได้ $Z_\beta = 0.84$

$$\begin{aligned} n \text{ ต่อกลุ่ม} &= \frac{2(Z_\alpha + Z_\beta)^2 \times \sigma^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2} \\ &= \frac{2(1.65 + 0.84)^2 \times 110^2}{(130 - 80)^2} \\ &= \frac{2(2.49)^2 \times (12100)}{(50)^2} \\ &= 60 \text{ รายต่อกลุ่ม} \end{aligned}$$

ดังนั้น

ต้องใช้ขนาดตัวอย่าง

60

รายต่อกลุ่ม

โดยเมื่อปรับขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นเพื่อข้อมูลสูญเสียร้อยละ 20 จะได้ขนาดตัวอย่างเท่ากับ $60 / (1 - 0.2) = 75$ รายต่อกลุ่ม

จากการทบทวนข้อมูลเบื้องต้นของโรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2561 ถึง 31 มกราคม 2563 พบว่ามีผู้ป่วยเด็กที่มีภาวะพิษเหตุติดเชื้อจำนวน 9 ราย หรือเฉลี่ยเป็นจำนวน 0.35 รายต่อเดือน ซึ่งต้องใช้เวลากลับตัวอย่าง = $75/0.35 = 214$ เดือนต่อกลุ่ม = 17.8 ปี ซึ่งเป็นระยะเวลาที่นานเกินไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงปรับการออกแบบการวิจัยเป็นแบบการวิจัยเพื่อหาความเป็นไปได้ (Feasibility study) ของการวิจัยในลักษณะนี้แทน โดยกลุ่มก่อนที่จะมีการใช้ web application (historical control group) จะเก็บข้อมูลจำนวน 26 เดือน คือ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2561 ถึง วันที่ 29 กุมภาพันธ์ 2563 และจะเก็บข้อมูลสำหรับกลุ่มหลังจากเริ่มมีการใช้ web application (intervention group) จำนวน 3 เดือน เพื่อให้เป็นช่วงเดียวกันกับการเก็บข้อมูลของ Aim 1, Aim 2 โดยเป็นเดือนหลังจากการพัฒนา web application เบื้องต้นเสร็จสิ้น ซึ่งคาดว่าจะอยู่ในเดือนพฤษภาคม 2564 – กรกฎาคม 2564 โดยจะมีช่วงสำหรับการให้เจ้าหน้าที่ทดลองใช้งาน web application จนคุ้นเคยประมาณ 1 เดือนในช่วงเดือนเมษายน 2564

3. เกณฑ์การคัดเลือก (eligibility criteria)

เกณฑ์คัดเข้า (inclusion criteria)

สำหรับเป้าหมายที่ 1 (Aim 1) เรื่อง Adult sepsis patient และ

สำหรับเป้าหมายที่ 2 (Aim 2) เรื่อง Adult septic shock patient

1. ผู้ป่วยตั้งแต่ 15 ปีบริบูรณ์ขึ้นไป
2. สงสัยภาวะติดเชื้อทางด้านอายุรศาสตร์

สำหรับเป้าหมายที่ 3 (Aim 3) เรื่อง Pediatric sepsis patient และ

สำหรับเป้าหมายที่ 4 (Aim 4) เรื่อง pediatric septic shock patient

1. ผู้ป่วยน้อยกว่า 15 ปีบริบูรณ์
2. สงสัยภาวะติดเชื้อทางด้านอายุรศาสตร์

4. เกณฑ์คัดออก (exclusion criteria)

สำหรับเป้าหมายที่ 1(Aim 1) เรื่อง Adult sepsis patient สำหรับเป้าหมายที่ 2(Aim 2) เรื่อง Adult septic shock patient สำหรับเป้าหมายที่ 3 (Aim 3) เรื่อง Pediatric sepsis patient และสำหรับเป้าหมายที่ 4 (Aim 4) เรื่อง pediatric septic shock patient

1. ได้รับการรักษาจากโรงพยาบาลอื่นมาก่อน
(ไม่รวมถึงการรักษาบนรถพยาบาลของระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินที่รับผู้ป่วยจากนอกโรงพยาบาลมาส่งที่แผนกฉุกเฉินของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเชียงใหม่)
2. หญิงตั้งครรภ์
3. มีภาวะสมองขาดเลือดเฉียบพลัน (acute ischemic stroke) ที่ได้รับยาละลายลิ่มเลือด (fibrinolytic therapy) ตั้งแต่ที่แผนกฉุกเฉินเนื่องจากเป็นกลุ่มที่มีแนวทางปฏิบัติอย่างจำเพาะ
4. มีภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน (acute myocardial infarction) ที่ได้รับการให้ยาละลายลิ่มเลือด (fibrinolytic therapy) หรือได้รับการรักษาด้วยการถ่างขยายหลอดเลือดหัวใจ (percutaneous coronary intervention หรือ PCI) ตั้งแต่หลังออกจากแผนกฉุกเฉิน เนื่องจากเป็นกลุ่มที่มีแนวทางปฏิบัติอย่างจำเพาะ
5. ได้รับบาดเจ็บ (injured patient)
6. มีภาวะที่ต้องได้รับการผ่าตัดอย่างเร่งด่วนหรือฉุกเฉิน (urgent or emergency surgery) เนื่องจากต้องได้รับการดูแลโดยแพทย์เฉพาะทางสาขาอื่น ๆ
7. ได้รับการวินิจฉัยสุดท้ายที่แผนกฉุกเฉินว่าไม่ใช่ภาวะพิษเหตุติดเชื้อหรือภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อ (final diagnosis in emergency department as non-septic or non-septic shock patient)
8. เสี่ยงชีวิตตั้งแต่ที่แผนกฉุกเฉิน (เนื่องจากจะทำให้ข้อมูลด้านเวลาการอยู่ในหอผู้ป่วยไม่ครบถ้วน)
9. ไม่สามารถติดตามการรักษาได้ เช่น ได้รับการส่งต่อไปรับการดูแลที่โรงพยาบาลอื่น
10. ผู้ป่วยหรือผู้ที่สามารถตัดสินใจแทนผู้ป่วยแจ้งปฏิเสธการรักษาและขอให้นำผู้ป่วยออกจากโรงพยาบาล (against advice)

11. ผู้ป่วยหรือผู้ที่สามารถตัดสินใจแทน

ตัดสินใจปฏิเสธการแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย (Informed consent)

5. เกณฑ์ถอนผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยออกจากโครงการวิจัย (withdrawal criteria)

ผู้ป่วยหรือผู้ที่สามารถตัดสินใจแทน

ตัดสินใจปฏิเสธการแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย (Informed consent)

ซึ่งสามารถกระทำได้ตลอดระยะเวลาการวิจัย

โดยเมื่อมีการถอนตัวก่อนครบกำหนดที่ต้องอยู่ในการวิจัย

ผู้วิจัยจะใช้ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากผู้ป่วยไว้ก่อนถอนตัว

แต่จะไม่แสวงหาข้อมูลจากผู้ป่วยเพิ่มเติมหลังจากผู้ป่วยหรือผู้ที่สามารถตัดสินใจแทนแจ้งถอนตัว

เว้นแต่ผู้ป่วยหรือผู้ที่สามารถตัดสินใจแทนจะให้ความยินยอม

6. ระยะเวลาที่ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย/ผู้ป่วยต้องอยู่ในโครงการวิจัย (The expected duration of subject participation)

ช่วงระยะเวลาตั้งแต่ผู้ป่วยถูกคัดกรองด้วยการใช้ web application

ไปจนถึงผู้ป่วยได้รับการจำหน่ายออกจากโรงพยาบาลซึ่งผู้ป่วยแต่ละรายใช้ระยะเวลาไม่เท่ากัน

โดยอาจเป็นหลายวันหรือเป็นหลายเดือน

วิธีศึกษาวิจัย

สำหรับเป้าหมายที่ 1 (Aim 1) เรื่อง Adult sepsis patient และ เป้าหมายที่ 2 (Aim 2)

เรื่อง Adult septic shock patient

การวิจัยนี้แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ช่วงการเก็บข้อมูลกลุ่มก่อนที่จะมีการใช้ web application (usual group ซึ่งเป็น historical control group) โดยการรวบรวมข้อมูลในช่วงที่ยังไม่มีการใช้ web application

ทั้งนี้ภาควิชาเวชศาสตร์ฉุกเฉินและหอผู้ป่วยวิกฤตอายุรศาสตร์ โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ มีแนวทางการดูแลผู้ป่วยภาวะพิษเหตุติดเชื้อโดยช่องทางด่วน (Sepsis fast track protocol หรือ pathway) อยู่แต่เดิม

โดยเป็นแนวทางที่อ้างอิงตามมาตรฐานแนวทางการปฏิบัติในการดูแลผู้ป่วยภาวะพิษเหตุติดเชื้อและภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อที่เรียกว่า “Surviving Sepsis Campaign: International Guidelines for Management of Sepsis and Septic Shock: 2016”¹¹ และมีการปรับปรุงบางประเด็นที่เรียกว่า “The Surviving Sepsis Campaign Bundle: 2018 Update”⁹ ทั้งนี้มีการใช้เครื่องมือคัดกรอง ได้แก่ คะแนนสัญญาณเตือนเริ่มแรก (National Early Warning Score; NEWS) ซึ่งมีการวิจัยก่อนหน้าว่าสามารถนำมาใช้คัดกรองผู้ป่วยภาวะพิษเหตุติดเชื้อและภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อได้³⁰ จึงยังคงแนวทางดังกล่าวไว้ โดยมีรายละเอียดแนวทางดังต่อไปนี้

ผู้ป่วยที่มีอายุมากกว่าหรือเท่ากับ 15 ปีที่มาแผนกฉุกเฉินที่เจ้าหน้าที่ จุดคัดกรองหน้าแผนกฉุกเฉินสงสัยว่ามีภาวะติดเชื้อ (infection) (จากประวัติ) จะทำการคัดกรองโดยใช้เครื่องมือคัดกรองโดยเป็นแผ่นกระดาษที่มีรายการ (item) ต่าง ๆ เพื่อคิดคำนวณเป็นคะแนน NEWS (รูปที่ 4) โดยถ้าหากได้คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับ 5 คะแนนก็จะถือว่ามีความเสี่ยงเป็นภาวะพิษเหตุติดเชื้อ (sepsis) ซึ่งเมื่อเจ้าหน้าที่ จุดคัดกรองทำการประเมินเสร็จแล้วได้เป็นคะแนนจะมีการติดแผ่นกระดาษคัดกรองไว้ที่ป้ายชื่อผู้ป่วยที่ปลายเตียงของผู้ป่วยและนำผู้ป่วยเข้ามาภายในแผนกฉุกเฉิน (เก็บเป็นเวลาผู้ป่วยเริ่มเข้ารับการรักษาในแผนกฉุกเฉิน (door time)) ซึ่งจะถูกบันทึกค่า NEWS ลงในเวชระเบียนต่อไป

หลังจากนั้นแพทย์ประจำบ้านเวชศาสตร์ฉุกเฉิน (emergency medicine resident) ที่เคยผ่านการอบรมเกี่ยวกับการดูแลผู้ป่วยภาวะพิษเหตุติดเชื้อและภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อหรือแพทย์เวชศาสตร์ฉุกเฉิน (emergency physician) ที่อยู่ในเวรนั้นจะพิจารณาว่า

- (1) กรณีมีคะแนน NEWS \geq 5 และสงสัยภาวะติดเชื้อ และมีความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (systolic blood pressure; SBP) \geq 90 mmHg และ ค่าเฉลี่ยของความดันโลหิต (Mean arterial pressure; MAP) \geq 65 mmHg จะทำการประกาศใช้แนวทางการรักษาผู้ป่วยภาวะพิษเหตุติดเชื้อโดยช่องทางด่วน (Activate sepsis fast track protocol) ซึ่งเป็นแนวทางที่มีอยู่แต่เดิมและมีการส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการเพื่อคำนวณหาค่าคะแนนการประเมินผลกระทบที่ทำให้เกิดอวัยวะล้มเหลว (SOFA score)
- (2) กรณีมีคะแนน NEWS \geq 5 และสงสัยภาวะติดเชื้อ และมีความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (systolic blood pressure; SBP) $<$ 90 mmHg หรือ ค่าเฉลี่ยของความดันโลหิต (Mean arterial pressure; MAP) $<$ 65 mmHg

จะทำการประกาศใช้แนวทางการรักษาผู้ป่วยภาวะพิษเหตุติดเชื้อโดยช่องทางด่วน

(Activate sepsis fast track protocol)

ซึ่งเป็นแนวทางที่มีอยู่แต่เดิมและมีการส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการเพื่อกำหนดหาค่าคะแนนการประเมินผลกระทบที่ทำให้เกิดอวัยวะล้มเหลว (SOFA score)

(3) สำหรับผู้ป่วยที่มีคะแนน NEWS < 5

โดยที่ยังสงสัยภาวะติดเชื้อจะยังให้การรักษาตามแนวทางมาตรฐาน

เพื่อเฝ้าระวังว่าผู้ป่วยมีอาการเปลี่ยนหรือไม่

และส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการเพื่อกำหนดหาค่าคะแนนการประเมินผลกระทบที่ทำให้เกิดอวัยวะล้มเหลว (SOFA score)

(4) สำหรับผู้ป่วยที่มีคะแนน NEWS < 5

โดยแพทย์ไม่ได้สงสัยภาวะติดเชื้อจะถูกคัดออกจากการวินิจฉัย

หลังจากนั้นจะพิจารณาค่าคะแนนการประเมินผลกระทบที่ทำให้เกิดอวัยวะล้มเหลว (SOFA score) โดยที่ถ้าหากค่า SOFA \geq 2 จะพิจารณาต่อว่า

- ถ้าหากระหว่างที่อยู่ในแผนกฉุกเฉิน ไม่มีช่วงที่มีความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (systolic blood pressure; SBP) < 90 mmHg หรือ ค่าเฉลี่ยของความดันโลหิต (Mean arterial pressure; MAP) < 65 mmHg จะถือว่าการวินิจฉัยที่แผนกฉุกเฉินเป็น ภาวะพิษเหตุติดเชื้อ (sepsis)
- ถ้าหากระหว่างที่อยู่ในแผนกฉุกเฉินมีช่วงที่มีความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวน้อยกว่า 90 มิลลิเมตรปรอท หรือ ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตน้อยกว่า 70 มิลลิเมตรปรอท หรือ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวลดลง มากกว่า 40 มิลลิเมตรปรอท หรือ น้อยกว่า 2 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าปกติในอายุนั้น ในผู้ป่วยที่ไม่พบสาเหตุอื่นของการมีภาวะความดันโลหิตต่ำ โดยที่ยังไม่เข้ากับเกณฑ์การวินิจฉัยว่าเป็นภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อ (septic shock) จะถือว่าการวินิจฉัยที่แผนกฉุกเฉินเป็นภาวะความดันโลหิตต่ำที่เกิดจากการติดเชื้อ (sepsis-induced hypotension) และถือว่าเป็นกลุ่มเดียวกันกับภาวะพิษเหตุติดเชื้อ (sepsis)
- ถ้าหากระหว่างที่อยู่ในแผนกฉุกเฉินมีช่วงที่มีความดันโลหิตต่ำอยู่ทั้งที่ได้รับสารน้ำอย่างเพียงพอ โดยจำเป็นต้องได้รับยาหดหลอดเลือด (vasopressor)

เพื่อคงระดับค่าเฉลี่ยความดันโลหิตแรกรับ (mean arterial pressure) ให้มากกว่าหรือเท่ากับ 65 มิลลิเมตรปรอท และมีค่าแลคเตทในเลือดมากกว่า 2 มิลลิโมลต่อลิตร (mmol/L) จะถือว่าเป็นภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อ (septic shock)

แต่ถ้าหากค่า SOFA < 2 จะถือว่าไม่ใช่ผู้ป่วยภาวะพิษเหตุติดเชื้อหรือภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อและถูกคัดออกจากการวิจัย

การรักษาตามแนวทางมาตรฐานจะมีการให้ยาปฏิชีวนะที่ครอบคลุมเชื้อที่มีโอกาสเป็นไปได้ (empirical antibiotic) โดยจะพยายามสั่งยาปฏิชีวนะภายใน 60 นาที และมีการบันทึกเวลาที่ผู้ป่วยได้รับยาปฏิชีวนะทางหลอดเลือดดำลงในเวชระเบียน (เก็บเป็นเวลาที่ได้รับยาปฏิชีวนะแล้วจึงมาคำนวณระยะเวลาตั้งแต่เข้ามาในแผนกฉุกเฉินจนได้รับยาปฏิชีวนะ (door-to-antibiotic time)) ถ้ามีความดันโลหิตต่ำจะมีการให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำและหรือให้ยาหดหลอดเลือด (vasopressor)

(เก็บเป็นเวลาที่ได้รับยาหดหลอดเลือดแล้วจึงมาคำนวณระยะเวลาตั้งแต่เข้ามาในแผนกฉุกเฉินจนได้รับยาหดหลอดเลือด (door-to-vasopressor time; หน่วยนาที) และระยะเวลาตั้งแต่เข้ามาในแผนกฉุกเฉินจนได้ค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตตามเป้าหมาย (door-to-achieved MAP time; หน่วยนาที)) หลังจากนั้นจะพิจารณาว่า

(1) กรณีการวินิจฉัยเป็น ภาวะพิษเหตุติดเชื้อ (sepsis) หรือภาวะความดันโลหิตต่ำที่เกิดจากการติดเชื้อ (sepsis-induced hypotension)

แพทย์ประจำบ้านเวชศาสตร์ฉุกเฉินหรือแพทย์เวชศาสตร์ฉุกเฉินจะโทรปรึกษาแพทย์ประจำบ้านอายุรศาสตร์ชั้นปี 1 (first year internal medicine resident) เพื่อแจ้งเกี่ยวกับรายละเอียดของผู้ป่วย แล้วจึงขอให้แพทย์ประจำบ้านอายุรศาสตร์ท่านนั้นมาประเมินผู้ป่วยที่แผนกฉุกเฉินเพื่อรับไว้ในโรงพยาบาลในหอผู้ป่วยอายุรศาสตร์ทั่วไป

(2) กรณีการวินิจฉัยเป็น ภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อ (septic shock) แพทย์ประจำบ้านเวชศาสตร์ฉุกเฉินหรือแพทย์เวชศาสตร์ฉุกเฉินจะโทรปรึกษาแพทย์ประจำบ้านอายุรศาสตร์ชั้นปี 2 หรือ 3 (second or third year internal medicine resident) เพื่อแจ้งเกี่ยวกับรายละเอียดของผู้ป่วย

แล้วจึงขอให้แพทย์ประจำบ้านอายุรศาสตร์ท่านนั้นมาประเมินผู้ป่วยที่แผนกฉุกเฉิน หลังจากที่แพทย์ประจำบ้านอายุรศาสตร์มาประเมินแล้วจะโทรปรึกษากับแพทย์ประจำบ้าน

อายุรศาสตร์ต่อยอดอนุสาขาเวชบำบัดวิกฤต (Critical care medicine fellow) ที่ดูแลการบริหารจัดการเตียงของหอผู้ป่วยวิกฤตอายุรศาสตร์อีกครั้งหนึ่ง (ซึ่งแพทย์ประจำบ้านอายุรศาสตร์ต่อยอดอนุสาขาเวชบำบัดวิกฤตจะเริ่มทราบว่าต้องเริ่มกระบวนการบริหารจัดการเตียงของหอผู้ป่วยวิกฤตอายุรศาสตร์ให้ว่างและเตรียมบุคลากรให้พร้อมรับผู้ป่วยเป็นครั้งแรกในช่วงเวลานี้) เมื่อทีมแพทย์ประจำบ้านอายุรศาสตร์ตัดสินใจรับผู้ป่วยไว้ดูแลในหอผู้ป่วยวิกฤตอายุรกรรม ก็จะมีการทำเรื่องเพื่อนอนโรงพยาบาลในหอผู้ป่วยวิกฤตอายุรศาสตร์ และจะบันทึกเวลาที่ผู้ป่วยออกจากแผนกฉุกเฉินในเวชระเบียน (เพื่อนำมาคำนวณระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉิน (emergency department length of stay; ED LOS))

ขั้นตอนที่ 2 ช่วงที่นำ web application มาทดลองใช้ซึ่งเป็นขั้นตอนของโครงการการพัฒนา เพื่อให้สอดคล้องกับระบบการทำงานเดิม แพทย์ประจำบ้านเวชศาสตร์ฉุกเฉิน แพทย์ประจำบ้านอายุรศาสตร์ต่อยอดอนุสาขาเวชบำบัดวิกฤต เจ้าหน้าที่ของแผนกฉุกเฉินและหอผู้ป่วยวิกฤตอายุรศาสตร์ ก่อนเริ่มช่วงที่นำ web application มาใช้งานจริงเพื่อจะได้ใช้งานได้อย่างคุ้นเคยในช่วงที่มีการเก็บข้อมูลจริง

ขั้นตอนที่ 3 ช่วงการเก็บข้อมูลกลุ่มหลังจากเริ่มมีการใช้ web application (web application group ซึ่งเป็น intervention group) โดยมีรายละเอียดแนวทางดังต่อไปนี้ ผู้ป่วยที่มาแผนกฉุกเฉินที่เจ้าหน้าที่ ณ จุดคัดกรองหน้าแผนกฉุกเฉินสงสัยว่ามีภาวะติดเชื้อ (infection) (จากประวัติ) จะทำการคัดกรองโดยใช้เครื่องมือคัดกรองที่เป็น web application เพื่อคำนวณคะแนน NEWS โดยถ้าหากได้คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับ 5 คะแนนก็จะถือว่ามีความเสี่ยงเป็นภาวะพิษเหตุติดเชื้อ (sepsis) ซึ่งเมื่อเจ้าหน้าที่ ณ จุดคัดกรองทำการประเมินเสร็จแล้วได้เป็นคะแนนจะมีการเก็บบันทึกข้อมูลอัตโนมัติลงใน web application (เก็บเป็นเวลาผู้ป่วยเริ่มเข้ารับการรักษาในแผนกฉุกเฉิน (door time)) ซึ่งจะถูกรับบันทึกค่า NEWS ลงในเวชระเบียนต่อไป

หลังจากนั้น web application จะส่งข้อความแจ้งเตือน (notification) ไปที่มือถือของแพทย์ประจำบ้านเวชศาสตร์ฉุกเฉิน (emergency medicine resident) ที่เคยผ่านการอบรมเกี่ยวกับการดูแลผู้ป่วยภาวะพิษเหตุติดเชื้อและภาวะช็อกเหตุพิษเหตุติดเชื้อหรือแพทย์เวชศา

สตรักฉุกเฉิน (emergency physician) ที่อยู่ในเวรนั้นซึ่งติดตั้ง web application ไว้ จะพิจารณาผู้ป่วยอีกครั้งว่า

(1) กรณีมีคะแนน NEWS ≥ 5 และสงสัยภาวะติดเชื้อ และมีความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (systolic blood pressure; SBP) ≥ 90 mmHg และ ค่าเฉลี่ยของความดันโลหิต (Mean arterial pressure; MAP) ≥ 65 mmHg จะทำการประกาศใช้แนวทางการรักษาผู้ป่วยภาวะพิษเหตุติดเชื้อโดยช่องทางด่วน (Activate sepsis fast track protocol) ซึ่งเป็นแนวทางที่มีอยู่แต่เดิม และ web application จะส่งข้อความแจ้งเตือนแพทย์ประจำบ้านอายุรศาสตร์ต่อยอดอนุสาขาเวชบำบัดวิกฤต (Critical care medicine fellow) ที่ดูแลการบริหารจัดการเตียงของหอผู้ป่วยวิกฤตอายุรศาสตร์ว่าในขณะนั้นมีผู้ป่วยที่อาจจำเป็นต้องรับไว้ดูแลในหอผู้ป่วยวิกฤตอายุรศาสตร์อยู่ในแผนกฉุกเฉิน เพื่อหวังว่าจะเริ่มกระบวนการบริหารจัดการเตียงของหอผู้ป่วยวิกฤตอายุรศาสตร์ให้ว่างเร็วขึ้นเพื่อเตรียมรับผู้ป่วย (ถ้าหากจำเป็น) สำหรับผู้ป่วยจะได้รับการส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการเพื่อคำนวณหาค่าคะแนนการประเมินผลกระทบที่ทำให้เกิดอวัยวะล้มเหลว (SOFA score)

(2) กรณีมีคะแนน NEWS ≥ 5 และสงสัยภาวะติดเชื้อ และมีความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (systolic blood pressure; SBP) < 90 mmHg หรือ ค่าเฉลี่ยของความดันโลหิต (Mean arterial pressure; MAP) < 65 mmHg จะทำการประกาศใช้แนวทางการรักษาผู้ป่วยภาวะพิษเหตุติดเชื้อโดยช่องทางด่วน (Activate sepsis fast track protocol) ซึ่งเป็นแนวทางที่มีอยู่แต่เดิม และ web application จะส่งข้อความแจ้งเตือนแพทย์ประจำบ้านอายุรศาสตร์ต่อยอดอนุสาขาเวชบำบัดวิกฤต (Critical care medicine fellow) ที่ดูแลการบริหารจัดการเตียงของหอผู้ป่วยวิกฤตอายุรศาสตร์ว่าในขณะนั้นมีผู้ป่วยที่อาจจำเป็นต้องรับไว้ดูแลในหอผู้ป่วยวิกฤตอายุรศาสตร์อยู่ในแผนกฉุกเฉิน เพื่อหวังว่าจะเริ่มกระบวนการบริหารจัดการเตียงของหอผู้ป่วยวิกฤตอายุรศาสตร์ให้ว่างเร็วขึ้นเพื่อเตรียมรับผู้ป่วย (ถ้าหากจำเป็น) สำหรับผู้ป่วยจะได้รับการส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการเพื่อคำนวณหาค่าคะแนนการประเมินผลกระทบที่ทำให้เกิดอวัยวะล้มเหลว (SOFA score)

(3) สำหรับผู้ป่วยที่มีคะแนน NEWS < 5

โดยที่ยังสงสัยภาวะติดเชื้อจะยังให้การรักษามาตามแนวทางมาตรฐาน

เพื่อเฝ้าระวังว่าผู้ป่วยมีอาการเปลี่ยนหรือไม่

และส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการเพื่อคำนวณหาค่าคะแนนการประเมินผลกระทบที่ทำให้เกิดอวัยวะล้มเหลว (SOFA score)

โดยที่ยังไม่ได้มีการส่งข้อความแจ้งเตือนแพทย์ประจำบ้านอายุรศาสตร์ต่อยอดถอนสาขาเวชบำบัดวิกฤต (Critical care medicine fellow) ที่ดูแลการบริหารจัดการเตียงของหอผู้ป่วยวิกฤตอายุรศาสตร์

(4) สำหรับผู้ป่วยที่มีคะแนน NEWS < 5

โดยแพทย์ไม่ได้สงสัยภาวะติดเชื้อจะถูกคัดออกจากการวิจัย

หลังจากนั้นจะพิจารณาค่าคะแนนการประเมินผลกระทบที่ทำให้เกิดอวัยวะล้มเหลว (SOFA score) โดยที่ถ้าหากค่า SOFA \geq 2 จะพิจารณาต่อว่า

- ถ้าหากระหว่างที่อยู่ในแผนกฉุกเฉินไม่มีช่วงที่มีความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (systolic blood pressure; SBP) < 90 mmHg หรือ ค่าเฉลี่ยของความดันโลหิต (Mean arterial pressure; MAP) < 65 mmHg จะถือว่าการวินิจฉัยที่แผนกฉุกเฉินเป็น ภาวะพิษเหตุติดเชื้อ (sepsis)
- ถ้าหากระหว่างที่อยู่ในแผนกฉุกเฉินมีช่วงที่มีความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวน้อยกว่า 90 มิลลิเมตรปรอท หรือ ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตน้อยกว่า 70 มิลลิเมตรปรอท หรือ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวลดลง มากกว่า 40 มิลลิเมตรปรอท หรือ น้อยกว่า 2 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าปกติในอายุนั้น ๑
ในผู้ป่วยที่ไม่พบสาเหตุอื่นของการมีภาวะความดันโลหิตต่ำ โดยที่ยังไม่เข้ากับเกณฑ์การวินิจฉัยว่าเป็นภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อ (septic shock) จะถือว่าการวินิจฉัยที่แผนกฉุกเฉินเป็นภาวะความดันโลหิตต่ำที่เกิดจากการติดเชื้อ
อ (sepsis-induced hypotension) และถือว่าเป็นกลุ่มเดียวกันกับภาวะพิษเหตุติดเชื้อ (sepsis)
- ถ้าหากระหว่างที่อยู่ในแผนกฉุกเฉินมีช่วงที่มีความดันโลหิตต่ำอยู่ทั้งที่ ได้รับสารน้ำอย่างเพียงพอ โดยจำเป็นต้องได้รับยาหดหลอดเลือด (vasopressor)

เพื่อคงระดับค่าเฉลี่ยความดันโลหิตแรกรับ (mean arterial pressure) ให้มากกว่าหรือเท่ากับ 65 มิลลิเมตรปรอท และมีค่าแลคเตทในเลือดมากกว่า 2 มิลลิโมลต่อลิตร (mmol/L) จะถือว่าเป็นภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อ (septic shock)

แต่ถ้าหากค่า SOFA < 2 จะถือว่าไม่ใช่ผู้ป่วยภาวะพิษเหตุติดเชื้อหรือภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อและถูกคัดออกจากการวิจัย

การรักษาตามแนวทางมาตรฐานจะมีลักษณะที่คล้ายกับการรักษาตามแนวทางมาตรฐานที่ใช้ในช่วงก่อนที่จะมีการนำ web application มาใช้ กล่าวคือ จะมีการให้ยาปฏิชีวนะที่ครอบคลุมเชื้อที่มีโอกาสเป็นไปได้ (empirical antibiotic) โดยจะมีการบันทึกเวลาที่ผู้ป่วยได้รับยาปฏิชีวนะทางหลอดเลือดดำลงในเวชระเบียน (เก็บเป็นเวลาที่ผู้ป่วยได้รับยาปฏิชีวนะแล้วจึงมาคำนวณระยะเวลาตั้งแต่เข้ามาในแผนกฉุกเฉินจนได้รับยาปฏิชีวนะ (door-to-antibiotic time))

ถ้ามีความดันโลหิตต่ำจะมีการให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำและหรือให้ยาหดหลอดเลือด (vasopressor) (เก็บเป็นเวลาที่ผู้ป่วยได้รับยาหดหลอดเลือดแล้วจึงมาคำนวณระยะเวลาตั้งแต่เข้ามาในแผนกฉุกเฉินจนได้รับยาหดหลอดเลือด (door-to-vasopressor time; หน่วยนาที) และระยะเวลาตั้งแต่เข้ามาในแผนกฉุกเฉินจนได้ค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตตามเป้าหมาย (door-to-achieved MAP time; หน่วยนาที)) ทั้งนี้ใน web application

จะมีนาฬิกาจับเวลาที่นับเวลาตั้งแต่ผู้ป่วยได้รับการคัดกรองครั้งแรก โดยจะมีนาฬิกาจับเวลาแจ้งเตือนเวลาการให้ยาปฏิชีวนะที่นาฬิกาที่ 45

เพื่อหวังจะให้มีการสั่งยาปฏิชีวนะภายใน 60 นาที และถ้าหากในช่วงแรกมีความดันโลหิตต่ำจะมีนาฬิกาจับเวลาแจ้งเตือนการให้ยาหดหลอดเลือดที่นาฬิกาที่ 45

เพื่อหวังจะให้มีการให้ยาหดหลอดเลือดภายใน 60 นาที (ถ้าจำเป็น) หลังจากนั้นจะพิจารณาว่า

- (1) กรณีการวินิจฉัยเป็น ภาวะพิษเหตุติดเชื้อ (sepsis) หรือภาวะความดันโลหิตต่ำที่เกิดจากการติดเชื้อ (sepsis-induced hypotension)

แพทย์ประจำบ้านเวชศาสตร์ฉุกเฉินหรือแพทย์เวชศาสตร์ฉุกเฉินจะกดที่ปุ่มการวินิจฉัยใน web application เพื่อเก็บบันทึกข้อมูลการวินิจฉัย และจะโทรปรึกษาแพทย์ประจำบ้านอายุรศาสตร์ชั้นปี 1 (first year internal medicine resident) เพื่อแจ้งเกี่ยวกับรายละเอียดของผู้ป่วย

แล้วจึงขอให้แพทย์ประจำบ้านอายุรศาสตร์ท่านนั้นมาประเมินผู้ป่วยที่แผนกฉุกเฉินเพื่อรับไว้ในโรงพยาบาลในหอผู้ป่วยอายุรศาสตร์ทั่วไป

- (2) กรณีการวินิจฉัยเป็น ภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อ (septic shock) แพทย์ประจำบ้านเวชศาสตร์ฉุกเฉินหรือแพทย์เวชศาสตร์ฉุกเฉินจะกดปุ่มการวินิจฉัยใน web application เพื่อเก็บบันทึกข้อมูลการวินิจฉัยและระบบจะส่งข้อความแจ้งเตือนแพทย์ประจำบ้านอายุรศาสตร์ต่อหอผู้ป่วยวิกฤต (Critical care medicine fellow) ที่ดูแลการบริหารจัดการเตียงของหอผู้ป่วยวิกฤตอายุรศาสตร์อีกครั้งเพื่อยืนยันว่ามีผู้ป่วยที่วินิจฉัยว่าเป็นภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อเพื่อหวังว่าจะเร่งกระบวนการบริหารจัดการเตียงของหอผู้ป่วยวิกฤตอายุรศาสตร์ให้ว่างเร็วขึ้นเพื่อเตรียมรับผู้ป่วยที่มีโอกาสค่อนข้างแน่นอนแล้วว่าจะต้องได้รับการดูแลในหอผู้ป่วยวิกฤตอายุรศาสตร์ (โดยที่ไม่ต้องขอให้แพทย์ประจำบ้านอายุรศาสตร์ชั้นปี 2 หรือ 3 โทรแจ้งก่อน) หลังจากนั้นแพทย์ประจำบ้านเวชศาสตร์ฉุกเฉินหรือแพทย์เวชศาสตร์ฉุกเฉินจะโทรปรึกษาแพทย์ประจำบ้านอายุรศาสตร์ชั้นปี 2 หรือ 3 (second or third year internal medicine resident) เพื่อแจ้งเกี่ยวกับรายละเอียดของผู้ป่วย แล้วจึงขอให้แพทย์ประจำบ้านอายุรศาสตร์ท่านนั้นมาประเมินผู้ป่วยที่แผนกฉุกเฉิน หลังจากที่แพทย์ประจำบ้านอายุรศาสตร์มาประเมินแล้วจะโทรปรึกษากับแพทย์ประจำบ้านอายุรศาสตร์ต่อหอผู้ป่วยวิกฤต (Critical care medicine fellow) ที่ดูแลการบริหารจัดการเตียงของหอผู้ป่วยวิกฤตอายุรศาสตร์ (ซึ่งทราบข้อมูลการแจ้งเตือนจาก web application มาก่อนหน้านี้แล้ว) อีกครั้งหนึ่ง เมื่อทีมแพทย์ประจำบ้านอายุรศาสตร์ตัดสินใจรับผู้ป่วยไว้ดูแลในหอผู้ป่วยวิกฤตอายุรศาสตร์แล้วก็จะมีการทำเรื่องเพื่อนอนโรงพยาบาลในหอผู้ป่วยวิกฤตอายุรศาสตร์ และจะบันทึกเวลาที่ผู้ป่วยออกจากแผนกฉุกเฉินในเวชระเบียน (เพื่อนำมาคำนวณระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉิน (emergency department length of stay; ED LOS))

ขั้นตอนที่ 4 ช่วงการรวบรวมข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ที่ไม่ได้มีการบันทึกใน web application เพื่อนำมาเป็น ข้อมูลพื้นฐาน (Baseline characteristics) ข้อมูลผลลัพธ์ปฐมภูมิ (Primary endpoint) ข้อมูลผลลัพธ์ทุติยภูมิ (Secondary endpoints) ตาม Aim ของผู้ป่วยรายนั้น ๆ โดยข้อมูลจะถูกจัดเก็บในลักษณะของโปรแกรมแบบบันทึกข้อมูลผู้ป่วยแบบอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่

โปรแกรม RED Cap (<https://redcap.med.cmu.ac.th>)
โดยผู้ที่เข้าถึงข้อมูลได้จะมีเพียงผู้วิจัยเท่านั้น

ขั้นตอนที่ 5 เมื่อได้ข้อมูลจากทั้ง 4 ขั้นตอน
จะนำมาวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบทั้งในเรื่องข้อมูลพื้นฐาน (Baseline characteristics)
และข้อมูลที่เป็นผลลัพธ์ปฐมภูมิ (Primary endpoint) และผลลัพธ์ทุติยภูมิ (Secondary endpoints) ตาม Aim ของผู้ปวยรายนั้นๆ

สำหรับเป้าหมายที่ 3 (Aim 3) เรื่อง Pediatric sepsis patient และ เป้าหมายที่ 4 (Aim 4)
เรื่อง Pediatric septic shock patient

การวิจัยนี้แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ช่วงการเก็บข้อมูลกลุ่มก่อนที่จะมีการใช้ web application (usual group ซึ่งเป็น historical control group) โดยการรวบรวมข้อมูลในช่วงที่ยังไม่มีการใช้ web application ทั้งนี้ภาควิชาเวชศาสตร์ฉุกเฉินและหอผู้ป่วยวิกฤตกุมารเวชศาสตร์โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ ยังไม่เคยมีแนวทางการดูแลผู้ป่วยภาวะพิษเหตุติดเชื้อโดยช่องทางด่วน (Sepsis fast track protocol หรือ pathway) แต่อาศัยการโทรปรึกษาแพทย์ประจำบ้านกุมารเวชศาสตร์ โดยมีรายละเอียดแนวทางดังต่อไปนี้

ผู้ป่วยเด็กที่อายุน้อยกว่า 15 ปี (โดยการนำเกณฑ์อายุที่ 15 ปีนี้มาจากแนวทางเดิมของโรงพยาบาลที่กุมารแพทย์จะดูแลผู้ป่วยที่มีอายุน้อยกว่า 15 ปี) ที่มาที่จุดคัดกรองที่เจ้าหน้าที่ ณ จุดคัดกรองหน้าแผนกฉุกเฉินสงสัยว่ามีภาวะติดเชื้อ (infection) (จากประวัติ) จะทำการคัดกรองโดยใช้เครื่องมือคัดกรองทั่วไปที่ชื่อว่า “Canadian Triage and Acuity Scale (CTAS)” โดยถ้าหากมีระดับอาการไม่เร่งด่วน (Non-urgency) จะถูกส่งตัวไปตรวจที่ห้องตรวจผู้ป่วยเด็กทั่วไป แต่ถ้าหากมีระดับอาการรุนแรงมากขึ้นตั้งแต่เร่งด่วนบ้าง (less urgency) เป็นต้นไปจะถูกนำตัวเข้ามาตรวจในแผนกฉุกเฉิน ทั้งนี้จาก Pediatric septic shock collaborative triage trigger tool 2017 ได้มีการแนะนำในการใช้เครื่องมือที่ประเมินความเสี่ยงเพิ่มเติมในผู้ป่วยที่สงสัยภาวะพิษเหตุติดเชื้อเพื่อสามารถประเมินคัดกรองได้รวดเร็วมากขึ้น²⁷ (รูปที่ 1)

เมื่อผู้ป่วยได้รับการนำตัวเข้ามาในแผนกฉุกเฉินจะได้รับการรักษาตามมาตรฐานทั่วไปสำหรับผู้ปวยเด็ก โดยที่ไม่ได้มีการคำนวณระดับความรุนแรงแบบ NEWS ในผู้ป่วยผู้ใหญ่หรือคะแนน MPEWS ทั้งนี้แพทย์ประจำบ้านเวชศาสตร์ฉุกเฉิน (emergency medicine resident) ที่เคยผ่านการอบรมเกี่ยวกับการดูแลผู้ป่วยภาวะพิษเหตุติดเชื้อและภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อหรือแพทย์เวชศา

สตรักฉุกเฉิน (emergency physician) ที่อยู่ในเวรนั้นจะพิจารณาว่าสงสัยภาวะติดเชื้อหรือไม่ ถ้าหากสงสัยภาวะติดเชื้อจะได้รับการส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการ แต่หากไม่ได้สงสัยภาวะติดเชื้อจะถูกคัดออกจากการวิจัย

ถ้าหากสงสัยว่าผู้ป่วยมีภาวะพิษเหตุติดเชื้อหรือภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อ การรักษาตามแนวทางมาตรฐานจะมีการให้ยาปฏิชีวนะที่ครอบคลุมเชื้อที่มีโอกาสเป็นไปได้ (empirical antibiotic)²⁸ และมีการบันทึกเวลาที่ผู้ป่วยได้รับยาปฏิชีวนะทางหลอดเลือดดำลงในเวชระเบียน (เก็บเป็นเวลาที่ได้รับยาปฏิชีวนะแล้วจึงมาคำนวณระยะเวลาตั้งแต่เข้ามาในแผนกฉุกเฉินจนได้รับยาปฏิชีวนะ (door-to-antibiotic time)) ถ้ามีภาวะช็อกจะมีการให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำและหรือให้ยาหดหลอดเลือด (vasopressor)²⁸ (เก็บเป็นเวลาที่ได้รับยาหดหลอดเลือดแล้วจึงมาคำนวณระยะเวลาตั้งแต่เข้ามาในแผนกฉุกเฉินจนได้รับยาหดหลอดเลือด (door-to-vasopressor time; หน่วยงานที่) และระยะเวลาตั้งแต่เข้ามาในแผนกฉุกเฉินจนได้ค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตตามเป้าหมาย (door-to-achieved MAP time; หน่วยงานที่)) หลังจากนั้นจะพิจารณาอาการแสดงร่วมกับผลการส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการ โดยแบ่งเป็น

- (1) กรณีการวินิจฉัยเป็น ภาวะพิษเหตุติดเชื้อ (sepsis) แพทย์ประจำบ้านเวชศาสตร์ฉุกเฉินหรือแพทย์เวชศาสตร์ฉุกเฉินจะโทรปรึกษาแพทย์ประจำบ้านกุมารเวชศาสตร์ (pediatric resident) เพื่อแจ้งเกี่ยวกับรายละเอียดของผู้ป่วย แล้วจึงขอให้แพทย์ประจำบ้านกุมารเวชศาสตร์ท่านนั้นมาประเมินผู้ป่วยที่แผนกฉุกเฉินเพื่อรับไว้ในโรงพยาบาลในหอผู้ป่วยกุมารเวชศาสตร์ทั่วไป
- (2) กรณีการวินิจฉัยเป็น ภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อ (septic shock) แพทย์ประจำบ้านเวชศาสตร์ฉุกเฉินหรือแพทย์เวชศาสตร์ฉุกเฉินจะโทรปรึกษาแพทย์ประจำบ้านกุมารเวชศาสตร์ (pediatric resident) เพื่อแจ้งเกี่ยวกับรายละเอียดของผู้ป่วย แล้วจึงขอให้แพทย์ประจำบ้านกุมารเวชศาสตร์ท่านนั้นมาประเมินผู้ป่วยที่แผนกฉุกเฉิน หลังจากที่แพทย์ประจำบ้านกุมารเวชศาสตร์มาประเมินแล้วจะโทรปรึกษากับกุมารแพทย์สาขาเวชบำบัดวิกฤต (Pediatric critical care doctor) ที่ดูแลการบริหารจัดการเตียงของหอผู้ป่วยวิกฤตกุมารเวชศาสตร์อีกครั้งหนึ่ง (ซึ่งกุมารแพทย์สาขาเวชบำบัดวิกฤตจะเริ่มทราบว่าต้องเริ่มกระบวนการบริหารจัดการเตียงของหอผู้ป่วยวิกฤตกุมารเวชศาสตร์ให้ว่างและเตรียมบุคลากรให้พร้อมรับผู้ป่วยเป็นครั้งแรกในช่วงเวลานี้) เมื่อทีมกุมารแพทย์ตัดสินใจรับผู้ป่วยไว้ดูแลในหอผู้ป่วยวิกฤตกุมารเวชศาสตร์ก็จะมีการทำ

เรื่องเพื่อนอนโรงพยาบาลในหอผู้ป่วยวิกฤตกุมารเวชศาสตร์
และจะบันทึกเวลาที่ผู้ป่วยออกจากแผนกฉุกเฉินในเวชระเบียน
(เพื่อนำมาคำนวณระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉิน (emergency department length of stay; ED LOS))

ขั้นตอนที่ 2 ช่วงที่นำ web application มาทดลองใช้ซึ่งเป็นขั้นตอนของโครงการการพัฒนา เพื่อให้สอดคล้องกับระบบการทำงานเดิม และจะมีการอบรมแพทย์เวชศาสตร์ฉุกเฉิน แพทย์ประจำบ้านเวชศาสตร์ฉุกเฉิน แพทย์ประจำบ้านกุมารเวชศาสตร์ กุมารแพทย์สาขาเวชบำบัดวิกฤตพยาบาล เจ้าหน้าที่ของแผนกฉุกเฉินและหอผู้ป่วยวิกฤตกุมารเวชศาสตร์ ก่อนเริ่มช่วงที่นำ mobile application มาใช้งานจริงเพื่อจะได้ใช้งานได้อย่างคุ้นเคยในช่วงที่มีการเก็บข้อมูลจริง

ขั้นตอนที่ 3 ช่วงการเก็บข้อมูลกลุ่มหลังจากเริ่มมีการใช้ web application (web application group ซึ่งเป็น intervention group) โดยมีรายละเอียดแนวทางดังต่อไปนี้ ผู้ป่วยเด็กที่อายุน้อยกว่า 15 ปี ที่มาที่จุดคัดกรองที่เจ้าหน้าที่ ณ จุดคัดกรองหน้าแผนกฉุกเฉินสงสัยว่ามีภาวะติดเชื้อ (infection) (จากประวัติ) จะทำการคัดกรองโดยใช้เครื่องมือคัดกรองที่เป็น web application เพื่อคำนวณคะแนน MPEWS โดยถ้าหากได้คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับ 5 คะแนนก็จะถือว่ามีความเสี่ยงเป็นภาวะพิษเหตุติดเชื้อ (sepsis) ร่วมกับประเมินด้วย sepsis trigger tool²⁷ จากข้อมูลเบื้องต้น ซึ่งเมื่อเจ้าหน้าที่ ณ จุดคัดกรองทำการประเมินเสร็จแล้วได้เป็นคะแนนจะมีการเก็บบันทึกข้อมูลอัตโนมัติลงใน web application (เก็บเป็นเวลาที่ใช้ผู้ป่วยเริ่มเข้ารับการรักษาในแผนกฉุกเฉิน (door time)) ซึ่งจะถูกรับบันทึกค่า MPEWS ลงในเวชระเบียนต่อไป

หลังจากนั้น web application จะส่งข้อความแจ้งเตือน (notification) ไปที่มือถือของแพทย์ประจำบ้านเวชศาสตร์ฉุกเฉิน (emergency medicine resident) ที่เคยผ่านการอบรมเกี่ยวกับการดูแลผู้ป่วยภาวะพิษเหตุติดเชื้อและภาวะช็อกเหตุพิษเหตุติดเชื้อหรือแพทย์เวชศาสตร์ฉุกเฉิน (emergency physician) ที่อยู่ในเวรนั้นซึ่งติดตั้ง web application ไว้ จะพิจารณาผู้ป่วยอีกครั้งว่า

- (1) กรณีมีคะแนน MPEWS \geq 5 และสงสัยภาวะติดเชื้อ และมี Sepsis trigger tools positive และมีความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (systolic blood pressure; SBP) มากกว่าหรือเท่ากับ ค่าที่คำนวณจากสูตร $70 + (2 \times \text{อายุหน่วยปี})$ หน่วยมิลลิเมตรปรอท ทาง web application จะส่งข้อความแจ้งเตือนกุมารแพทย์สาขาเวชบำบัดวิกฤต (Pediatric critical care

doctor)

ที่ดูแลการบริหารจัดการเตียงของหอผู้ป่วยวิกฤตกุมารเวชศาสตร์ว่าในขณะนั้นมีผู้ป่วยที่อาจจำเป็นต้องรับไว้ดูแลในหอผู้ป่วยวิกฤตกุมารเวชศาสตร์อยู่ในแผนกฉุกเฉิน

เพื่อหวังว่าจะเริ่มกระบวนการบริหารจัดการเตียงของหอผู้ป่วยวิกฤตกุมารเวชศาสตร์ให้ว่างเร็วขึ้นเพื่อเตรียมรับผู้ป่วย (ถ้าหากจำเป็น)

สำหรับผู้ป่วยจะได้รับการส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการเพื่อคำนวณหาค่าคะแนนการประเมินผลกระทบที่ทำให้เกิดอวัยวะล้มเหลวสำหรับผู้ป่วยเด็ก (pSOFA score)

- (2) กรณีมีคะแนน MPEWS \geq 5 และสงสัยภาวะติดเชื้อ และมี Sepsis trigger tools positive และมีความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (systolic blood pressure; SBP) น้อยกว่า ค่าที่คำนวณจากสูตร $70 + (2 \times \text{อายุหน่วยปี})$ หน่วยมิลลิเมตรปรอท ทาง web application จะส่งข้อความแจ้งเตือนกุมารแพทย์สาขาเวชบำบัดวิกฤต (Pediatric critical care doctor)

ที่ดูแลการบริหารจัดการเตียงของหอผู้ป่วยวิกฤตกุมารเวชศาสตร์ว่าในขณะนั้นมีผู้ป่วยที่อาจจำเป็นต้องรับไว้ดูแลในหอผู้ป่วยวิกฤตกุมารเวชศาสตร์อยู่ในแผนกฉุกเฉิน

เพื่อหวังว่าจะเริ่มกระบวนการบริหารจัดการเตียงของหอผู้ป่วยวิกฤตกุมารเวชศาสตร์ให้ว่างเร็วขึ้นเพื่อเตรียมรับผู้ป่วย (ถ้าหากจำเป็น)

สำหรับผู้ป่วยจะได้รับการส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการเพื่อคำนวณหาค่าคะแนนการประเมินผลกระทบที่ทำให้เกิดอวัยวะล้มเหลวสำหรับผู้ป่วยเด็ก (pSOFA score)

- (3) สำหรับผู้ป่วยที่มีคะแนน MPEWS $<$ 5 โดยที่ยังสงสัยภาวะติดเชื้อและมี sepsis trigger tool positive จะยังให้การรักษาตามแนวทางมาตรฐาน เพื่อเฝ้าระวังว่าผู้ป่วยมีอาการเปลี่ยนหรือไม่ และส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการเพื่อคำนวณหาค่าคะแนนการประเมินผลกระทบที่ทำให้เกิดอวัยวะล้มเหลวสำหรับผู้ป่วยเด็ก (pSOFA score) โดยที่ยังไม่ได้มีการส่งข้อความแจ้งเตือนกุมารแพทย์สาขาเวชบำบัดวิกฤต (Pediatric critical care doctor)

ที่ดูแลการบริหารจัดการเตียงของหอผู้ป่วยวิกฤตกุมารเวชศาสตร์

- (4) สำหรับผู้ป่วยที่มีคะแนน MPEWS $<$ 5 โดยแพทย์ไม่ได้สงสัยภาวะติดเชื้อจะถูกคัดออกจากการวิจัย

หลังจากนั้นจะพิจารณาค่าคะแนนการประเมินผลกระทบที่ทำให้เกิดอวัยวะล้มเหลวสำหรับผู้ป่วยเด็ก (pSOFA score) โดยที่ถ้าหากค่า pSOFA \geq 2

จะพิจารณาต่อว่าผู้ป่วยมีภาวะพิษเหตุติดเชื้อร่วมกับมีระบบหัวใจและหลอดเลือดผิดปกติ (แม้จะได้รับการรักษาด้วยสารน้ำ > 40 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัม (mL/kg) ในระยะเวลา 1 ชั่วโมง) ได้แก่ ความดันโลหิตต่ำ หรือ จำเป็นต้องได้รับยาหดหลอดเลือดหรือยาเพิ่มความดัน (vasopressor; vasoactive drug, inotropic drug) หรือ พบความผิดปกติอย่างน้อย 2 ใน 5 ข้อ ได้แก่ มีภาวะเลือดเป็นกรด (metabolic acidosis) ที่มีค่า base deficit > 5.0 mEq/L มีค่าแลคเตทในเลือดที่มากที่สุดมีค่ามากกว่า 2 เท่าของค่าปกติ มีปัสสาวะออกน้อยกว่า 0.5-1 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมง (mL/kg/hour) มีเลือดไปเลี้ยงส่วนปลายช้าลง (delay capillary refill time) > 5 วินาที และ/หรือมีความต่างของอุณหภูมิร่างกายส่วนกลางกับส่วนรยางค์ต่างกันมากกว่า 3 องศาเซลเซียส

- ถ้าหากระหว่างที่อยู่ในแผนกฉุกเฉิน ไม่มีช่วงที่ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (systolic blood pressure; SBP) มากกว่าหรือเท่ากับค่าที่คำนวณจากสูตร $70 + (2 \times \text{อายุหน่วยปี})$ หน่วยมิลลิเมตรปรอท และไม่พบความผิดปกติของระบบหัวใจและหลอดเลือดตามเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้น จะถือว่าการวินิจฉัยที่แผนกฉุกเฉินเป็น ภาวะพิษเหตุติดเชื้อ (sepsis)
- ถ้าหากระหว่างที่อยู่ในแผนกฉุกเฉินมีช่วงที่มีความดันโลหิตต่ำอยู่ ทั้งที่ได้รับสารน้ำอย่างเพียงพอ โดยจำเป็นต้องได้รับยาหดหลอดเลือด (vasopressor) เพื่อคงระดับค่าเฉลี่ยความดันโลหิตแรกรับ (mean arterial pressure) ให้มากกว่าหรือเท่ากับค่าความดันโลหิตที่ยอมรับตามอายุ คือ ทารกแรกเกิด (อายุน้อยกว่า 1 เดือน; newborn) คือมากกว่าหรือเท่ากับ 55 มิลลิเมตรปรอท ทารก (อายุ 1 เดือนถึงน้อยกว่า 2 ปี; infant) คือมากกว่าหรือเท่ากับ 58 มิลลิเมตรปรอท และ เด็ก (อายุตั้งแต่ 2 ปีถึง 7 ปี; child) คือมากกว่าหรือเท่ากับ 65 มิลลิเมตรปรอท²⁷ และมีค่าแลคเตทในเลือดมากกว่า 2 มิลลิโมลต่อลิตร (mmol/L) หรือมีภาวะความผิดปกติจะถือว่าเป็นภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อ (septic shock)

แต่ถ้าหากค่าคะแนนการประเมินผลกระทบที่ทำให้เกิดอวัยวะล้มเหลวสำหรับผู้ป่วยเด็ก (pSOFA score) โดยที่ถ้าหากค่า pSOFA < 2

จะถือว่าไม่ใช่ผู้ป่วยภาวะพิษเหตุติดเชื้อหรือภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อและถูกคัดออกจากการวิจัย

การรักษาตามแนวทางมาตรฐานจะมีลักษณะที่คล้ายกับการรักษาตามแนวทางมาตรฐานที่ใช้ในช่วงก่อนที่จะมีการนำ **web application** มาใช้ กล่าวคือ จะมีการให้ยาปฏิชีวนะที่ครอบคลุมเชื้อที่มีโอกาสเป็นไปได้ (**empirical antibiotic**)²³ โดยจะมีการบันทึกเวลาที่ผู้ป่วยได้รับยาปฏิชีวนะทางหลอดเลือดดำลงในเวชระเบียน (เก็บเป็นเวลาที่ได้รับยาปฏิชีวนะแล้วจึงมาคำนวณระยะเวลาตั้งแต่เข้ามาในแผนกฉุกเฉินจนได้รับยาปฏิชีวนะ (**door-to-antibiotic time**)) ถ้ามีความดันโลหิตต่ำจะมีการให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำและหรือให้ยาหดหลอดเลือด (**vasopressor**)²³ (เก็บเป็นเวลาที่ได้รับยาหดหลอดเลือดแล้วจึงมาคำนวณระยะเวลาตั้งแต่เข้ามาในแผนกฉุกเฉินจนได้รับยาหดหลอดเลือด (**door-to-vasopressor time**; หน่วยนาที) และระยะเวลาตั้งแต่เข้ามาในแผนกฉุกเฉินจนได้ค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตตามเป้าหมาย (**door-to-achieved MAP time**; หน่วยนาที)) หลังจากนั้นจะพิจารณาว่า

- (1) กรณีการวินิจฉัยเป็น ภาวะพิษเหตุติดเชื้อ (**sepsis**) แพทย์ประจำบ้านเวชศาสตร์ฉุกเฉินหรือแพทย์เวชศาสตร์ฉุกเฉินจะกดปุ่มการวินิจฉัยใน **web application** เพื่อเก็บบันทึกข้อมูลการวินิจฉัย และจะโทรปรึกษาแพทย์ประจำบ้านกุมารเวชศาสตร์ (**pediatric resident**) เพื่อแจ้งเกี่ยวกับรายละเอียดของผู้ป่วย แล้วจึงรอให้แพทย์ประจำบ้านกุมารเวชศาสตร์ (**pediatric resident**) ท่านนั้นมาประเมินผู้ป่วยที่แผนกฉุกเฉินเพื่อรับไว้ในโรงพยาบาลในหอผู้ป่วยกุมารเวชศาสตร์ทั่วไป
- (2) กรณีการวินิจฉัยเป็น ภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อ (**septic shock**) แพทย์ประจำบ้านเวชศาสตร์ฉุกเฉินหรือแพทย์เวชศาสตร์ฉุกเฉินจะกดปุ่มการวินิจฉัยใน **mobile application** เพื่อเก็บบันทึกข้อมูลการวินิจฉัยและระบบจะส่งข้อความแจ้งเตือนกุมารแพทย์สาขาเวชบำบัดวิกฤต (**Pediatric critical care doctor**) ที่ดูแลการบริหารจัดการเตียงของหอผู้ป่วยวิกฤตกุมารเวชศาสตร์อีกครั้งเพื่อยืนยันว่ามีผู้ป่วยที่วินิจฉัยว่าเป็นภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อเพื่อหวังว่าจะเร่งกระบวนการบริหารจัดการเตียงของหอผู้ป่วยวิกฤตกุมารเวชศาสตร์ให้ว่างเร็วขึ้นเพื่อเตรียมรับผู้ป่วยที่มีโอกาสค่อนข้างแน่นอนแล้วว่าจะต้องได้รับการดูแลในหอผู้ป่วยวิกฤตกุมารเวชศาสตร์

(โดยที่ไม่ต้องรอให้แพทย์ประจำบ้านกุมารเวชศาสตร์โทรแจ้งก่อน)
หลังจากนั้นแพทย์ประจำบ้านเวชศาสตร์ฉุกเฉินหรือแพทย์เวชศาสตร์ฉุกเฉินจะโทรปรึกษา
แพทย์ประจำบ้านกุมารเวชศาสตร์เพื่อแจ้งเกี่ยวกับรายละเอียดของผู้ป่วย
แล้วจึงรอให้แพทย์ประจำบ้านกุมารเวชศาสตร์ท่านนั้นมาประเมินผู้ป่วยที่แผนกฉุกเฉิน
หลังจากที่แพทย์ประจำบ้านกุมารเวชศาสตร์มาประเมินแล้วจะโทรปรึกษากับกุมารแพทย์ส
าษาเวชบำบัดวิกฤต (Pediatric critical care doctor)
ที่ดูแลการบริหารจัดการเตียงของหอผู้ป่วยวิกฤตกุมารเวชศาสตร์
(ซึ่งทราบข้อมูลการแจ้งเตือนจาก web application มาก่อนหน้านี้แล้ว)
อีกครั้งหนึ่ง
เมื่อทีมกุมารแพทย์ตัดสินใจรับผู้ป่วยไว้ดูแลในหอผู้ป่วยวิกฤตกุมารเวชศาสตร์
แล้วก็จะมีการทำเรื่องเพื่อนอนโรงพยาบาลในหอผู้ป่วยวิกฤตกุมารเวชศาสตร์
และจะบันทึกเวลาที่ผู้ป่วยออกจากแผนกฉุกเฉินในเวชระเบียน
(เพื่อนำมาคำนวณระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉิน (emergency department
length of stay; ED LOS))

ขั้นตอนที่ 4 ช่วงการรวบรวมข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ที่ไม่ได้มีการบันทึกใน web
application เพื่อนำมาเป็น ข้อมูลพื้นฐาน (Baseline characteristics)
ข้อมูลผลลัพธ์ปฐมภูมิ (Primary endpoint) ข้อมูลผลลัพธ์ทุติยภูมิ (Secondary
endpoints) ตาม Aim ของผู้ป่วยรายนั้น ๆ
โดยข้อมูลจะถูกจัดเก็บในลักษณะของโปรแกรมแบบบันทึกข้อมูลผู้ป่วยแบบอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่
โปรแกรม RED Cap (<https://redcap.med.cmu.ac.th>)
โดยผู้ที่เข้าถึงข้อมูลได้จะมีเพียงผู้วิจัยเท่านั้น

ขั้นตอนที่ 5 เมื่อได้ข้อมูลจากทั้ง 4 ขั้นตอน
จะนำมาวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบทั้งในเรื่องข้อมูลพื้นฐาน (Baseline characteristics)
และข้อมูลที่เป็นผลลัพธ์ปฐมภูมิ (Primary endpoint) และ ผลลัพธ์ทุติยภูมิ (Secondary
endpoints) ตาม Aim ของผู้ป่วยรายนั้น ๆ

การเก็บรวบรวมข้อมูล:

ข้อมูลพื้นฐาน (Baseline characteristics)
ซึ่งได้จากการทบทวนวรรณกรรมและจากการสอบถามผู้วิจัยและแพทย์ผู้เชี่ยวชาญที่ให้การดูแลผู้ป่วยภาวะ
พิษเหตุติดเชื้อและผู้ป่วยที่มีภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อ โดยจะเก็บข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ อายุ (age) เพศ

(sex) โรคประจำตัว (underlying disease) อุณหภูมิแรกเริ่ม (initial temperature; หน่วยองศาเซลเซียส) อัตราการหายใจแรกเริ่ม (initial respiratory rate; หน่วยครั้งต่อนาที) อัตราการเต้นของหัวใจแรกเริ่ม (initial heart rate; หน่วยครั้งต่อนาที) ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวแรกเริ่ม (initial systolic blood pressure; หน่วยมิลลิเมตรปรอท) ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวแรกเริ่ม (initial diastolic blood pressure; หน่วยมิลลิเมตรปรอท) ค่าเฉลี่ยความดันโลหิตแรกเริ่ม (initial mean arterial pressure; หน่วยมิลลิเมตรปรอท) ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดแรกเริ่ม (initial peripheral oxygen saturation; SpO₂; หน่วยร้อยละ) คะแนนสัญญาณเตือนเริ่มแรก (National Early Warning Score; NEWS) สำหรับผู้ป่วยผู้ใหญ่ที่ประเมินครั้งแรก คะแนนสัญญาณเตือนเริ่มแรกสำหรับผู้ป่วยเด็กที่ได้รับการปรับปรุง (modified Pediatric Early Warning Score; MPEWS) ที่ประเมินครั้งแรก แหล่งก่อการติดเชื้อที่สงสัยในแผนกฉุกเฉิน (suspected source of infection in emergency department) ค่าฮีโมโกลบินในเลือดแรกเริ่ม (initial hemoglobin; หน่วย กรัมต่อเดซิลิตร; g/dL) ค่าความเข้มข้นของเม็ดเลือดขาวแรกเริ่ม (initial white blood cell count; หน่วย เซลล์ต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร; cell/mm³) ค่าความเข้มข้นของเกล็ดเลือดแรกเริ่ม (initial platelet count; หน่วยเซลล์ต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร; cell/mm³) ค่าครีเอตินินในเลือดแรกเริ่ม (initial creatinine; หน่วยมิลลิกรัมต่อเดซิลิตร; mg/dL) ค่าบิลิรูบินในเลือดแรกเริ่ม (initial bilirubin; หน่วยมิลลิกรัมต่อเดซิลิตร; mg/dL) ค่าแลคเตทในเลือดแรกเริ่ม (initial blood lactate; หน่วยมิลลิโมลต่อลิตร; mmol/L) คะแนนการประเมินผลกระทบที่ทำให้เกิดอวัยวะล้มเหลว (Sequential (sepsis-related) Organ Failure Assessment score; SOFA score) ที่ประเมินครั้งแรก คะแนนการประเมินผลกระทบที่ทำให้เกิดอวัยวะล้มเหลวสำหรับผู้ป่วยเด็ก (Pediatric Sequential Organ Failure Assessment score; pSOFA score) ที่ประเมินครั้งแรก

สำหรับเป้าหมายที่ 1 (Aim 1) เรื่อง Adult sepsis patient

ข้อมูลผลลัพธ์ปฐมภูมิ (Primary endpoint) ได้แก่ ระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉิน (Emergency department length of stay (ED LOS); หน่วยนาที)

ข้อมูลผลลัพธ์ทุติยภูมิ (Secondary endpoints) ได้แก่ ระยะเวลาตั้งแต่เข้ามาในแผนกฉุกเฉินจนได้รับยาปฏิชีวนะ (door-to-antibiotic time; หน่วยนาที) ระยะเวลาการอยู่ในหอผู้ป่วยวิกฤตอายุรศาสตร์ (Internal medicine intensive care unit length of stay (ICU-M LOS); หน่วยวัน)

ระยะเวลาการอยู่ในโรงพยาบาลทั้งหมด (In-hospital length of stay; หน่วยวัน)
และการเสียชีวิตจากทุกสาเหตุในโรงพยาบาล (In-hospital all-cause mortality)

สำหรับเป้าหมายที่ 2 (Aim 2) เรื่อง Adult septic shock patient

ข้อมูลผลลัพธ์ปฐมภูมิ (Primary endpoint) ได้แก่

ระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉิน (Emergency department length of stay (ED LOS); หน่วยนาทีก)

ข้อมูลผลลัพธ์ทุติยภูมิ (Secondary endpoints) ได้แก่

ระยะเวลาตั้งแต่เข้ามาในแผนกฉุกเฉินจนได้รับยาปฏิชีวนะ (door-to-antibiotic time; หน่วยนาทีก) ระยะเวลาตั้งแต่เข้ามาในแผนกฉุกเฉินจนได้รับยาหดหลอดเลือด (door-to-vasopressor time; หน่วยนาทีก)

ระยะเวลาตั้งแต่เข้ามาในแผนกฉุกเฉินจนได้ค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตตามเป้าหมาย (door-to-achieved MAP time; หน่วยนาทีก) ระยะเวลาการอยู่ในหอผู้ป่วยวิกฤตอายุรศาสตร์ (Internal medicine intensive care unit length of stay (ICU-M LOS); หน่วยวัน) ระยะเวลาการอยู่ในโรงพยาบาลทั้งหมด (In-hospital length of stay; หน่วยวัน) และการเสียชีวิตจากทุกสาเหตุในโรงพยาบาล (In-hospital all-cause mortality)

สำหรับเป้าหมายที่ 3 (Aim 3) เรื่อง Pediatric sepsis patient

ข้อมูลผลลัพธ์ปฐมภูมิ (Primary endpoint) ได้แก่

ระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉิน (Emergency department length of stay (ED LOS); หน่วยนาทีก)

ข้อมูลผลลัพธ์ทุติยภูมิ (Secondary endpoints) ได้แก่

ระยะเวลาตั้งแต่เข้ามาในแผนกฉุกเฉินจนได้รับยาปฏิชีวนะ (door-to-antibiotic time; หน่วยนาทีก) ระยะเวลาการอยู่ในหอผู้ป่วยวิกฤตกุมารเวชศาสตร์ (Pediatric intensive care unit length of stay (ICU-P LOS); หน่วยวัน) ระยะเวลาการอยู่ในโรงพยาบาลทั้งหมด (In-hospital length of stay; หน่วยวัน) และการเสียชีวิตจากทุกสาเหตุในโรงพยาบาล (In-hospital all-cause mortality)

สำหรับเป้าหมายที่ 4 (Aim 4) เรื่อง Pediatric septic shock patient

ข้อมูลผลลัพธ์ปฐมภูมิ (Primary endpoint) ได้แก่
ระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉิน (Emergency department length of stay (ED LOS); หน่วยนาที)

ข้อมูลผลลัพธ์ทุติยภูมิ (Secondary endpoints) ได้แก่
ระยะเวลาตั้งแต่เข้ามาในแผนกฉุกเฉินจนได้รับยาปฏิชีวนะ (door-to-antibiotic time; หน่วยนาที) ระยะเวลาตั้งแต่เข้ามาในแผนกฉุกเฉินจนได้รับยาหดหลอดเลือด (door-to-vasopressor time; หน่วยนาที) ระยะเวลาตั้งแต่เข้ามาในแผนกฉุกเฉินจนได้ค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตตามเป้าหมาย (door-to-achieved MAP time; หน่วยนาที) ระยะเวลาการอยู่ในหอผู้ป่วยวิกฤตกุมารเวชศาสตร์ (Pediatric intensive care unit length of stay (ICU-P LOS); หน่วยวัน) ระยะเวลาการอยู่ในโรงพยาบาลทั้งหมด (In-hospital length of stay; หน่วยวัน) และการเสียชีวิตจากทุกสาเหตุในโรงพยาบาล (In-hospital all-cause mortality)

วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ:

ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครจะได้รับการวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา กล่าวคือ สำหรับข้อมูลเชิงกลุ่ม (categorical data) ใช้การวิเคราะห์เป็นจำนวน (number) ร้อยละ (percent) สำหรับข้อมูลต่อเนื่อง (continuous data) ที่มีการแจกแจงปกติ (normal distribution) ใช้การวิเคราะห์เป็นค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation หรือ SD) สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงไม่ปกติใช้การวิเคราะห์เป็นค่ามัธยฐาน (median) และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ (interquartile range หรือ IQR) การตรวจสอบการกระจายของข้อมูลว่ามีการแจกแจงปกติหรือไม่ โดยใช้ Shapiro-Wilk test และการตรวจสอบโดยการสร้างภาพ (data visualization)

วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นที่เป็นข้อมูลแบบกลุ่ม (categorical data) กับตัวแปรตามซึ่งเป็นข้อมูลแบบกลุ่ม (categorical data) โดยใช้สถิติ Chi-square test หรือ Fisher's exact test ตามความเหมาะสมของข้อมูล

วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นที่เป็นข้อมูลแบบกลุ่ม (categorical data) ที่มี 2 กลุ่ม กับตัวแปรตามซึ่งเป็นข้อมูลต่อเนื่อง (continuous data) โดยสำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงปกติจะใช้สถิติ Student's t-test และสำหรับข้อมูลที่ไม่ใช่การแจกแจงปกติจะใช้สถิติ Mann-Whitney U test

วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นที่เป็นข้อมูลแบบกลุ่ม (categorical data) ที่มากกว่า 2 กลุ่ม กับตัวแปรตามซึ่งเป็นข้อมูลต่อเนื่อง (continuous data)

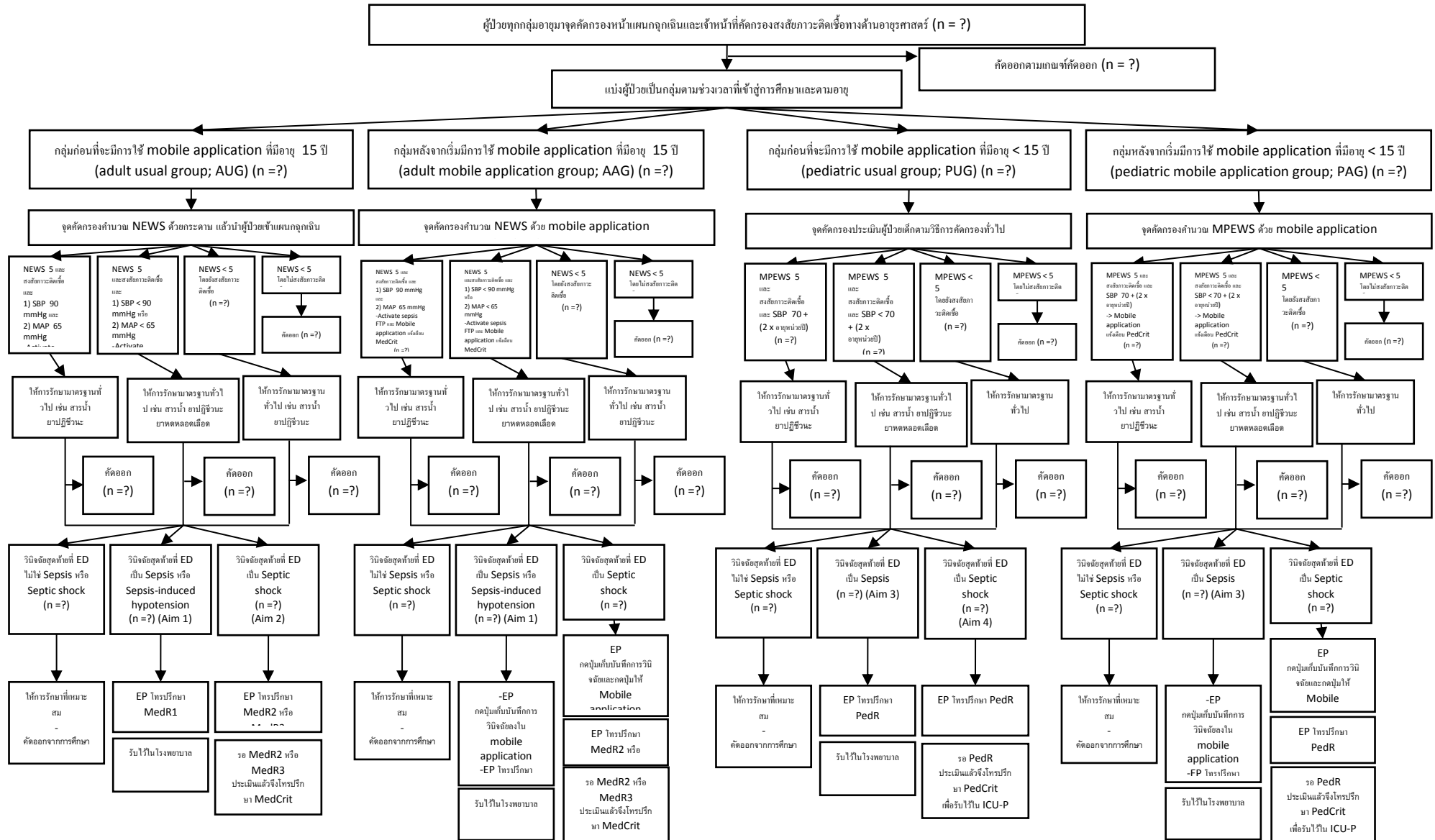
โดยสำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงปกติจะใช้สถิติ One-way Analysis of variance (ANOVA) และสำหรับข้อมูลที่ไม่ใช่การแจกแจงปกติจะใช้สถิติ Kruskal-Wallis test

โดยจะวิเคราะห์ในลักษณะการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย (univariable regression) ก่อนแล้ววิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (multivariable regression)

สำหรับการจัดการข้อมูลสูญหาย (missing data) จะได้รับการจัดการโดยวิธีการ เช่น multiple imputation method

การวิเคราะห์ทางสถิติจะใช้โปรแกรม Stata version 16 (Stata Corp LLC, College Station, TX, USA) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า $p\text{-value} < 0.05$

Flow chart แสดงภาพรวมการแบ่งกลุ่ม วิธีวิจัย และตัวแปรที่ต้องการเก็บเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ขั้นตอนการวิจัย

ตัวย่อ (Abbreviations): Activate sepsis FTP คือ การประกาศใช้แนวทางการรักษาผู้ป่วยภาวะพิษเหตุติดเชื้อโดยช่องทางด่วน (Sepsis fast track protocol); Aim 1, 2, 3, 4 คือเป้าหมายการศึกษาที่ 1, 2, 3, 4 ตามลำดับ; ED คือ แผนกฉุกเฉิน (Emergency department); EP คือ แพทย์เวชศาสตร์ฉุกเฉิน (Emergency physician) หรือแพทย์ประจำบ้านเวชศาสตร์ฉุกเฉินที่ผ่านการอบรม; ICU-M คือ หอผู้ป่วยวิกฤตอายุรศาสตร์ (Internal medicine intensive care unit); ICU-P คือ หอผู้ป่วยวิกฤตกุมารเวชศาสตร์ (Pediatric intensive care unit); MAP คือ ค่าเฉลี่ยความดันโลหิต (mean arterial pressure); MedCrit คือ แพทย์ประจำบ้านอายุรศาสตร์ต่อยอดอนุสาขาเวชบำบัดวิกฤต (Critical care medicine fellow) ซึ่งเป็นผู้ดูแลการบริหารจัดการเตียงของหอผู้ป่วยวิกฤตอายุรศาสตร์; MedR1 คือ แพทย์ประจำบ้านอายุรศาสตร์ชั้นปี 1 (First year internal medicine resident); MedR2 คือ แพทย์ประจำบ้านอายุรศาสตร์ชั้นปี 2 (Second year internal medicine resident); MedR3 คือ แพทย์ประจำบ้านอายุรศาสตร์ชั้นปี 3 (Third year internal medicine resident); mmHg คือ มิลลิเมตรปรอท (millimeter of mercury); MPEWS คือ คะแนนสัญญาณเตือนเริ่มแรกสำหรับผู้ป่วยเด็กที่ได้รับการปรับปรุง (modified Pediatric Early Warning Score); NEWS คือ คะแนนสัญญาณเตือนเริ่มแรก (National Early Warning Score); PedCrit คือ กุมารแพทย์สาขาเวชบำบัดวิกฤต (Pediatric critical care doctor); PedR คือ แพทย์ประจำบ้านกุมารเวชศาสตร์ (Pediatric resident); SBP คือ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (Systolic blood pressure); Sepsis คือ ภาวะพิษเหตุติดเชื้อ; Sepsis-induced hypotension คือ ภาวะความดันโลหิตต่ำที่เกิดจากการติดเชื้อ; Septic shock คือ ภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อ

9. ระยะเวลาดำเนินการ

| ขั้นตอนการวิจัย | ระยะเวลา | | | | | | | | | | | | |
|--|----------|---|---|----|----|---|---|---|---|----|----|---|---|
| | ก | พ | ม | มี | พ | ก | ก | พ | ม | มี | พ | ก | ก |
| | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| | ย | ย | ค | ค | ค | ค | ย | ย | ค | ค | ค | ค | ย |
| | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | ต | ธ | ก | เ | มิ | ส | ด | ธ | ก | เ | มิ | ส | ด |
| | . | . | . | ม | . | . | . | . | . | ม | . | . | . |
| | ค | ค | พ | . | ย | ค | ค | ค | พ | . | ย | ค | ค |
| | . | . | . | ย | . | . | . | . | . | ย | . | . | . |
| | 6 | 6 | 6 | . | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | . | 6 | 6 | 6 |
| | 2 | 2 | 3 | 6 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 6 | 4 | 4 | 4 |
| | | | | 3 | | | | | 4 | 4 | | | |
| ประชุมทีมผู้วิจัย | | | | | | | | | | | | | |
| ศึกษาทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง | | | | | | | | | | | | | |
| พัฒนา mobile and web application | | | | | | | | | | | | | |
| พัฒนาระบบ Web ของ Speedy ER Sepsis ค่าทดสอบและติดตั้งระบบ | | | | | | | | | | | | | |
| จัดทำข้อเสนอโครงการวิจัย | | | | | | | | | | | | | |
| ขอรับการพิจารณาเชิงจริยธรรมวิจัย | | | | | | | | | | | | | |
| ขอสนับสนุนทุนวิจัย | | | | | | | | | | | | | |
| พัฒนาส่วนขยายเชื่อมต่อระบบ EMR (APIs) | | | | | | | | | | | | | |
| เก็บรวบรวมข้อมูลผู้ป่วยในกลุ่มก่อนเริ่มใช้ web application | | | | | | | | | | | | | |
| เก็บรวบรวมข้อมูลผู้ป่วยในกลุ่มหลังเริ่มใช้ web application | | | | | | | | | | | | | |
| วิเคราะห์ข้อมูล | | | | | | | | | | | | | |
| ประชุมสรุปผลงานการวิจัย | | | | | | | | | | | | | |
| จัดทำรายงานการวิจัย | | | | | | | | | | | | | |
| เผยแพร่ผลงานวิจัย | | | | | | | | | | | | | |

10. ตัวชี้วัดความสำเร็จ (จำแนกตัวชี้วัดระดับ Output, ระดับ outcome, ระดับ Impact)

ผลผลิต (Output)

- พัฒนาโปรแกรมประเมินและแจ้งเตือนผ่านอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่เพื่อใช้ในการดูแลผู้ป่วยผู้ใหญ่และเด็กที่สงสัยว่ามีภาวะพิษเหตุติดเชื้อ (sepsis) หรือภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อ (septic shock) ที่เข้ารับการรักษาในแผนกฉุกเฉิน

ผลลัพธ์ (Outcome)

- แนวทางการปฏิบัติงานใหม่เพื่อการดูแลผู้ป่วยผู้ใหญ่และเด็กที่สงสัยว่ามีภาวะพิษเหตุติดเชื้อ (sepsis) หรือภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อ (septic shock) ที่เข้ารับการรักษาในแผนกฉุกเฉิน โดยนำ web application มาร่วม

ผลกระทบ (Impact)

- การใช้งานของ web application ใหม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของตัวชี้วัดของทางด้านการแพทย์ (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกลุ่มอายุผู้ป่วยว่าเป็นผู้ป่วยเด็กหรือผู้ป่วยผู้ใหญ่ และโรคที่ผู้ป่วยเป็นว่าเป็น sepsis หรือ septic shock) ได้แก่
 - ระยะเวลาการอยู่ในแผนกฉุกเฉิน (Emergency department length of stay (ED LOS); หน่วยนาที)
 - ระยะเวลาตั้งแต่เข้ามาในแผนกฉุกเฉินจนได้รับยาปฏิชีวนะ (door-to-antibiotic time; หน่วยนาที)
 - ระยะเวลาตั้งแต่เข้ามาในแผนกฉุกเฉินจนได้รับยาหดหลอดเลือด (door-to-vasopressor time; หน่วยนาที)
 - ระยะเวลาตั้งแต่เข้ามาในแผนกฉุกเฉินจนได้ค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตตามเป้าหมาย (door-to-achieved MAP time; หน่วยนาที)
 - ระยะเวลาการอยู่ในหอผู้ป่วยวิกฤตอายุรศาสตร์ (Internal medicine intensive care unit length of stay (ICU-M LOS); หน่วยวัน)
 - ระยะเวลาการอยู่ในหอผู้ป่วยวิกฤตกุมารเวชศาสตร์ (Pediatric intensive care unit length of stay (ICU-P LOS); หน่วยวัน)
 - ระยะเวลาการอยู่ในโรงพยาบาลทั้งหมด (In-hospital length of stay; หน่วยวัน)

- การเสียชีวิตจากทุกสาเหตุในโรงพยาบาล (In-hospital all-cause mortality)

11. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ได้ Mobile application เพื่อให้ประเมินและแจ้งเตือนทีมแพทย์แผนกฉุกเฉิน ทีมแพทย์เฉพาะทางทั้งทางด้านอายุรกรรมและทางด้านกุมารเวชศาสตร์ เพื่อดูแลผู้ป่วยที่มีภาวะพิษเหตุติดเชื้อ (sepsis) และภาวะช็อกเหตุพิษติดเชื้อ (septic shock)
- 2) เป็นต้นแบบสำหรับการพัฒนา web application เพื่อประกอบการดูแลผู้ป่วยของประเทศไทยในบริบทของโรงเรียนแพทย์

ลงนาม.....

...หัวหน้าโครงการ

(อาจารย์ นายแพทย์ธีรพล ตั้งสุวรรณรักษ์)

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาเวชศาสตร์ฉุกเฉิน

คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลงนาม.....

หัวหน้าหน่วยงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ บริบูรณ์ เชนชนากิจ)

ตำแหน่ง หัวหน้าภาควิชาเวชศาสตร์ฉุกเฉิน

คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

1. Singer M, Deutschman CS, Seymour C, et al. The third international consensus definitions for sepsis and septic shock (sepsis-3). *JAMA*. 2016;315(8):801–10.
2. World Health Organization. Improving the prevention, diagnosis and clinical management of sepsis [Internet]. World Health Organization. 2017 [cited 2019 Sep 15]. Available from: http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA70/A70_13-en.pdf
3. The ProCESS Investigators. A Randomized Trial of Protocol-Based Care for Early Septic Shock. *New England Journal of Medicine*. 2014;370(18):1683–93.
4. ARISE Investigators, ANZICS Clinical Trials Group, Peake SL, Delaney A, Bailey M, Bellomo R, et al. Goal-directed resuscitation for patients with early septic shock. *N Engl J Med*. 2014;371(16):1496–506.
5. Mouncey PR, Osborn TM, Power GS, Harrison DA, Sadique MZ, Grieve RD, et al. Protocolised Management In Sepsis (ProMISe): a multicentre randomised controlled trial of the clinical effectiveness and cost-effectiveness of early, goal-directed, protocolised resuscitation for emerging septic shock. *Health Technol Assess*. 2015;19(97):1–150.
6. Jawad I, Lukšić I, Rafnsson SB. Assessing available information on the burden of sepsis: global estimates of incidence, prevalence and mortality. *J Glob Health*. 2012;2(1):010404.
7. Kaukonen K-M, Bailey M, Suzuki S, Pilcher D, Bellomo R. Mortality Related to Severe Sepsis and Septic Shock Among Critically Ill Patients in Australia and New Zealand, 2000–2012. *JAMA*. 2014;311(13):1308–16.
8. Dellinger RP, Carlet JM, Masur H, Gerlach H, Calandra T, Cohen J, et al. Surviving Sepsis Campaign guidelines for management of severe sepsis and septic shock. *Crit Care Med*. 2004;32(3):858–73.
9. Levy M, Evans L, Rhodes A. The Surviving Sepsis Campaign Bundle: 2018 Update. *Crit Care Med*. 2018;46(6):997–1000.
10. Daniels R, Nutbeam T, McNamara G, Galvin C. The sepsis six and the severe sepsis resuscitation bundle: a prospective observational cohort study. *Emerg Med J*. 2011;28(6):507–12.
11. Rhodes A, Evans LE, Alhazzani W, Levy MM, Antonelli M, Ferrer R, et al. Surviving Sepsis Campaign: International Guidelines for Management of Sepsis and Septic Shock: 2016. *Crit Care Med*. 2017;45(3):486–552.
12. Goulden R, Hoyle M-C, Monis J, Railton D, Riley V, Martin P, et al. qSOFA, SIRS and NEWS for predicting inhospital mortality and ICU admission in emergency admissions treated as sepsis. *Emerg Med J*. 2018;35(6):345–9.
13. Freund Y, Lemachatti N, Krastinova E, Laer MV, Claessens Y-E, Avondo A, et al. Prognostic Accuracy of Sepsis-3 Criteria for In-Hospital Mortality Among Patients With Suspected Infection Presenting to the Emergency Department. *JAMA*. 2017;317(3):301–8.
14. Finkelsztejn EJ, Jones DS, Ma KC, Pabón MA, Delgado T, Nakahira K, et al. Comparison of qSOFA and SIRS for predicting adverse outcomes of patients with suspicion of sepsis outside the intensive care unit. *Crit Care*. 2017;21(1):73.

15. Henning DJ, Puskarich MA, Self WH, Howell MD, Donnino MW, Yealy DM, et al. An Emergency Department Validation of the SEP-3 Sepsis and Septic Shock Definitions and Comparison With 1992 Consensus Definitions. *Annals of Emergency Medicine*. 2017;70(4):544-552.e5.
16. Askim Å, Moser F, Gustad LT, Stene H, Gundersen M, Åsvold BO, et al. Poor performance of quick-SOFA (qSOFA) score in predicting severe sepsis and mortality – a prospective study of patients admitted with infection to the emergency department. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2017;25(1):56.
17. Royal College of Physicians. National Early Warning Score (NEWS): Standardizing the assessment of acute illness severity in the NHS. London: Royal College of Physicians; 2012.
18. Churpek MM, Snyder A, Han X, Sokol S, Pettit N, Howell MD, et al. Quick Sepsis-related Organ Failure Assessment, Systemic Inflammatory Response Syndrome, and Early Warning Scores for Detecting Clinical Deterioration in Infected Patients outside the Intensive Care Unit. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017;195(7):906–11.
19. Smith GB, Prytherch DR, Meredith P, Schmidt PE, Featherstone PI. The ability of the National Early Warning Score (NEWS) to discriminate patients at risk of early cardiac arrest, unanticipated intensive care unit admission, and death. *Resuscitation*. 2013;84(4):465–70.
20. Usman OA, Usman AA, Ward MA. Comparison of SIRS, qSOFA, and NEWS for the early identification of sepsis in the Emergency Department. *Am J Emerg Med*. 2019;37(8):1490–7.
21. Zhang Z, Bokhari F, Guo Y, Goyal H. Prolonged length of stay in the emergency department and increased risk of hospital mortality in patients with sepsis requiring ICU admission. *Emerg Med J*. 2019;36(2):82–7.
22. Vincent J-L, Moreno R, Takala J, Willatts S, De Mendonça A, Bruining H, et al. The SOFA (Sepsis-related Organ Failure Assessment) score to describe organ dysfunction/failure. *Intensive Care Med*. 1996;22(7):707–10.
23. Weiss SL, Peters MJ, Alhazzani W, Agus MSD, Flori HR, Inwald DP, et al. Surviving Sepsis Campaign International Guidelines for the Management of Septic Shock and Sepsis-Associated Organ Dysfunction in Children. *Pediatric Critical Care Medicine*. 2020;21(2):e52–106.
24. Gold DL, Mihalov LK, Cohen DM. Evaluating the Pediatric Early Warning Score (PEWS) System for Admitted Patients in the Pediatric Emergency Department. *Academic Emergency Medicine*. 2014;21(11):1249–56.
25. Vreddebrecht SJ, Moll HA, Smit FJ, Verhoeven JJ. Recognizing critically ill children with a modified pediatric early warning score at the emergency department, a feasibility study. *Eur J Pediatr*. 2019;178(2):229–34.
26. Matics TJ, Sanchez-Pinto LN. Adaptation and Validation of a Pediatric Sequential Organ Failure Assessment Score and Evaluation of the Sepsis-3 Definitions in Critically Ill Children. *JAMA Pediatr*. 2017;171(10):e172352–e172352.
27. Davis AL, Carcillo JA, Aneja RK, Deymann AJ, Lin JC, Nguyen TC, et al. American College of Critical Care Medicine Clinical Practice Parameters for Hemodynamic Support of Pediatric and Neonatal Septic Shock. *Crit Care Med*. 2017;45(6):1061–93.

28. Dellinger RP, Levy MM, Rhodes A, Annane D, Gerlach H, Opal SM, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock: 2012. *Crit Care Med.* 2013;41(2):580–637.
29. Chirawatkul A. Sample size calculation and power. In: *Statistics for Health Science Research*. 1st ed. Bangkok: Witthayaphat; 2009. p. 158–73.
30. Thodphetch M, Chenthanakij B, Wittayachamnankul B, Tangsuwanaruk T. Comparison of modified Systemic Inflammatory Response Syndrome (mSIRS), quick Sequential Organ Failure Assessment (qSOFA), modified National Early Warning Score (mNEWS) and modified Search Out Severity (mSOS) score for Predicting in-hospital Mortality among Patients with Suspected Infection Presenting to the Emergency Department [Abstract]. *Thai J Emerg Med.* 2019;1(1):120.