

นิพนธ์ต้นฉบับ

Original Article

ผลลัพธ์การพัฒนาระบบเฝ้าระวังเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพ โรงพยาบาลวารินชำราบ
จังหวัดอุบลราชธานีOutcomes of Antimicrobial Resistance Surveillance System Development, Warin-
chamrab District, Ubonratchathani Province

สถาพร มณี

Sathaporn Manee

รุ่งสวัสดิ์ ศิริชา

Rungsawat Siricha

เอมิตา เกาะสมบัติ

Amita Kohsombat

งามพิศ โสตาภักดิ์

Ngampit Sodapak

โรงพยาบาลวารินชำราบ

Warinchamrab Hospital,

จังหวัดอุบลราชธานี

Ubonratchathani Province

DOI: 10.14456/dcj.2026.36

Received: December 23, 2025 | Revised: April 29, 2026 | Accepted: May 21, 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบผสมผสานนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของระบบเฝ้าระวังเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพแบบดิจิทัล โรงพยาบาลวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ดำเนินการระหว่างเดือนกรกฎาคม 2567 ถึงกันยายน 2568 โดยพัฒนาระบบผ่านเทคโนโลยีที่ทำให้ผู้ที่ไม่มีความรู้ในการเขียนโปรแกรมสามารถสร้างแอปพลิเคชันได้ ประกอบด้วย Google Forms, Google Sheets, Looker Studio และ Line Notify API เพื่อแก้ไขข้อจำกัดของระบบเดิมที่ล่าช้าและใช้การบันทึกด้วยมือ ซึ่งมีระยะเวลาการแจ้งเตือนเชื้อดื้อยาเฉลี่ยถึง 6 ชั่วโมง กลุ่มตัวอย่างคือบุคลากรทางการแพทย์ผู้ใช้งานหลัก 50 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาและการสัมภาษณ์เชิงลึก ผลการศึกษาพบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถแจ้งเตือนเชื้อดื้อยาได้ในเวลาเพียง 5 นาที และให้ข้อมูลที่เป็นปัจจุบันแบบเรียลไทม์ ร้อยละ 100 จากรายงานการเฝ้าระวังทั้งหมด 915 รายงานในผู้ป่วย 566 ราย พบเชื้อดื้อยาลำดับคือ *Acinetobacter baumannii* (CRAB) และ *Klebsiella pneumoniae* (CRKP) โดยพบความชุกสูงสุดในหอผู้ป่วยหนักอายุรกรรม ร้อยละ 19.5 (178/915 รายงาน) บุคลากรมีความพึงพอใจต่อระบบในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.28 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.79) และของผู้ใช้งานสามารถนำข้อมูลไปใช้ประกอบการตัดสินใจรักษาและควบคุมการระบาดได้ทันที ร้อยละ 84 โดยสรุปการพัฒนาเฝ้าระวังเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพด้วยเทคโนโลยีที่เข้าถึงง่ายและไม่มีค่าใช้จ่าย สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการเฝ้าระวังและการสื่อสารข้อมูลในโรงพยาบาลได้อย่างมีนัยสำคัญ ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจทางคลินิกและการควบคุมการติดเชื้อ

ติดต่อผู้พิมพ์: สถาพร มณี

อีเมล: maknow25@gmail.com

Abstract

This mixed-methods action research aimed to develop and evaluate the effectiveness of a digital antimicrobial resistance (AMR) surveillance system at Warinchamrab Hospital, Ubon Ratchathani. The study was conducted from July 2024 to September 2025, and utilized low-code platforms including Google Forms, Google Sheets, Looker Studio, and Line Notify API, to overcome the limitations of the previous manual, paper-based reporting process, which had an average notification time of 6 hours. Data were collected from 50 primary healthcare users and analyzed using descriptive statistics and in-depth interviews. The results demonstrated a significant enhancement in operational efficiency, achieving a notification time for AMR detection cut to 5 minutes and 100% real-time data availability. The system captured 915 reports from 566 patients, identifying *Acinetobacter baumannii* (CRAB) and *Klebsiella pneumoniae* (CRKP) as the most prevalent pathogens, particularly within the medical intensive care unit. User satisfaction was high (mean=4.28 SD=0.79) and 84% of participants reported utilizing the system's data for immediate clinical treatment planning and outbreak management. In conclusion, this study demonstrates that the development of an AMR surveillance system using accessible and low-cost technologies can significantly improve the efficiency of surveillance processes and information communication within hospitals. This approach supports timely clinical decision-making and effective infection control.

Correspondence: Sathaporn Manee

E-mail: maknow25@gmail.com

คำสำคัญ

เชื้อดื้อยาต้านจุลชีพ; ระบบเฝ้าระวัง;
เทคโนโลยีสารสนเทศ

Keywords

antimicrobial resistance; surveillance system;
information technology

บทนำ

เชื้อดื้อยาต้านจุลชีพ (Antimicrobial Resistance-AMR) นับเป็นวิกฤตการณ์ทางสาธารณสุขที่สำคัญและเร่งด่วนในระดับโลก สถานการณ์การดื้อยามีแนวโน้มทวีความรุนแรงเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อประสิทธิภาพของการรักษาผู้ป่วยด้วยยาปฏิชีวนะ ทำให้อัตราการเสียชีวิตและค่าใช้จ่ายทางการแพทย์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ⁽¹⁾ ข้อมูลจากการศึกษาระดับโลกในปี พ.ศ. 2562 พบว่ามีผู้เสียชีวิตที่มีสาเหตุโดยตรงจากการติดเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพสูงถึงประมาณ 1.27 ล้านคน และมีการคาดการณ์ว่าหากไม่มีมาตรการแก้ไขที่มีประสิทธิภาพ ภายในปี พ.ศ. 2593 ปัญหาเชื้อดื้อยาอาจส่งผลกระทบทางเศรษฐกิจอย่างรุนแรง โดยทำให้ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศของประเทศที่มีราย

ได้น้อยถึงปานกลางลดลงมากกว่าร้อยละ 5 และอาจผลักดันให้ประชากรโลกกว่า 28.3 ล้านคนเข้าสู่ภาวะความยากจนขั้นรุนแรง⁽²⁾

สำหรับประเทศไทย ปัญหาเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพถือเป็นภาระทางสุขภาพที่สำคัญเช่นเดียวกัน จากการประมาณการในช่วงปี พ.ศ. 2553 พบว่ามีคนไทยติดเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพประมาณ 88,000 คนต่อปี และเสียชีวิตจากสาเหตุดังกล่าวสูงถึง 38,000 คนต่อปี คิดเป็นมูลค่าความสูญเสียทางเศรษฐกิจไม่ต่ำกว่า 4 หมื่นล้านบาท⁽³⁾ นอกจากนี้ ข้อมูลจากกระทรวงสาธารณสุขในปี พ.ศ. 2565 ยังชี้ให้เห็นว่าผู้ป่วยที่ติดเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพมีความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตสูงกว่าผู้ป่วยที่ติดเชื้อไม่ดื้อยาถึง 1.5 เท่า⁽⁴⁾ ด้วยเหตุนี้ กระทรวงสาธารณสุขจึงได้ตระหนักถึงความสำคัญและกำหนดนโยบายให้โรงพยาบาลต่าง ๆ

พัฒนาระบบเฝ้าระวังและจัดการปัญหาเชื้อดื้อยาอย่างเป็นระบบ⁽⁵⁾ ผ่านรูปแบบการจัดการการดื้อยาด้านจุลชีพอย่างบูรณาการ (integrated AMR management-IAM) ซึ่งเน้นการทำงานร่วมกันของสหสาขาวิชาชีพ ทั้งคณะกรรมการเภสัชกรรมและการบำบัด ทีมดูแลผู้ป่วยและคณะกรรมการป้องกันและควบคุมการติดเชื้อในโรงพยาบาล โดยมีองค์ประกอบสำคัญคือการเฝ้าระวังทางห้องปฏิบัติการ การแจ้งเตือนที่ทันสถานการณ์ (Lab Alert) การกำกับการใช้ยาปฏิชีวนะอย่างสมเหตุผล (antibiotic stewardship) และการจัดทำฐานข้อมูลสถานการณ์เชื้อดื้อยาเพื่อนำไปสู่การวางแผนแก้ไขปัญหา⁽⁶⁾

โรงพยาบาลวชิรพยาบาล ซึ่งเป็นโรงพยาบาลทั่วไปขนาด 250 เตียง ได้ดำเนินงานตามนโยบายดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง โดยมีพยาบาลควบคุมการติดเชื้อ (infection control nurse-ICN) และคณะกรรมการป้องกันและควบคุมการติดเชื้อในโรงพยาบาล อย่างไรก็ตาม จากการทบทวนกระบวนการทำงานที่ผ่านมาพบว่า ระบบสารสนเทศและการรายงานผลข้อมูลเชื้อดื้อยาเดิมยังมีข้อจำกัดที่สำคัญ กล่าวคือ การรวบรวมข้อมูลยังพึ่งพากระบวนการแบบใช้กระดาษ หรือการบันทึกข้อมูลด้วยมือ โดยพยาบาลควบคุมการติดเชื้อประจำหอผู้ป่วย ต้องบันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์มและนำส่งหน่วยควบคุมโรคติดเชื้อ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการรายงานผล โดยใช้เวลาเฉลี่ยถึง 6 ชั่วโมงตั้งแต่บันทึกผลการแพทย์ยืนยันผลจนถึงเวลาที่พยาบาลควบคุมการติดเชื้อได้รับและสรุปรายงาน ข้อมูลไม่เป็นปัจจุบัน และขาดความครบถ้วนถูกต้อง ปัญหาดังกล่าวทำให้หอผู้ป่วยและทีมรักษาไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทันที ส่งผลกระทบต่อการตัดสินใจในการรักษา การควบคุมการแพร่กระจายเชื้อ และการวางแผนเชิงบริหาร นอกจากนี้ ระบบเดิวยังสร้างภาระงานด้านเอกสารให้กับบุคลากรทางการแพทย์ และขาดการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างหน่วยงานอย่างมีประสิทธิภาพ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบ

เฝ้าระวังเชื้อดื้อยาด้านจุลชีพ โดยการบูรณาการเทคโนโลยี low-code platform เพื่อแก้ปัญหาข้อจำกัดด้านความล่าช้าและการบันทึกข้อมูลด้วยมือของระบบเดิม และ ประเมินประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้นในด้านความรวดเร็วของการแจ้งเตือนผลตรวจทางห้องปฏิบัติการ และความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลที่เป็นปัจจุบันแบบเรียลไทม์ พร้อมทั้งศึกษาความพึงพอใจและการนำสารสนเทศไปใช้ประโยชน์ของบุคลากรทางการแพทย์ผู้ใช้งานระบบ ในด้านการสนับสนุนการตัดสินใจทางคลินิกและการบริหารจัดการการระบาดของเชื้อดื้อยา

วัสดุและวิธีการศึกษา

รูปแบบการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบผสมผสาน (mixed-methods research) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ ดำเนินการศึกษา ณ โรงพยาบาลวชิรพยาบาล จังหวัดอุบลราชธานี ระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2567 ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2568 โดยข้อมูลเชิงปริมาณศึกษาข้อมูลระบาดวิทยาของเชื้อดื้อยา อัตราการติดเชื้อ และผลลัพธ์ทางคลินิก ส่วนข้อมูลเชิงคุณภาพศึกษาความพึงพอใจและประสิทธิภาพการใช้งานระบบสารสนเทศจากมุมมองของผู้ใช้งาน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. ข้อมูลทางคลินิกและจุลชีววิทยา

ประชากร: ผู้ป่วยในและผู้ป่วยนอกที่เข้ารับการรักษานในโรงพยาบาลวชิรพยาบาล และได้รับการส่งตรวจเพาะเชื้อทางห้องปฏิบัติการในช่วงเวลาที่ทำการศึกษารวมทั้งสิ้น 6,324 คน

กลุ่มตัวอย่าง: คัดเลือกจากผู้ป่วยที่มีผลการเพาะเชื้อยืนยันว่าเป็นเชื้อดื้อยาด้านจุลชีพและเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดของกรมควบคุมโรค⁽⁶⁾ โดยเป็นการคัดเลือกตามเกณฑ์การศึกษา

เกณฑ์การคัดเข้า: ผู้ป่วยที่มีผลเพาะเชื้อพบแบคทีเรียดื้อยาใน 8 กลุ่มเป้าหมายหลัก

เกณฑ์การคัดออก: ข้อมูลที่มีความไม่สมบูรณ์ของเวชระเบียน หรือผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการที่ไม่สามารถยืนยันความไวของยาได้ชัดเจน

2. ผู้ใช้งานระบบ

ประชากร: ผู้บริหาร คณะกรรมการด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง บุคลากรทางการแพทย์โรงพยาบาล วารินชำราบที่เกี่ยวข้องกับการเฝ้าระวัง ควบคุม และรักษา โรคติดเชื้อ จำนวน 363 คน

กลุ่มตัวอย่าง: บุคลากรที่เป็นผู้ใช้งานหลักของระบบเฝ้าระวังที่พัฒนาขึ้น จำนวน 50 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วย แพทย์อายุรกรรม, พยาบาล ICN และพยาบาลเฝ้าระวังการติดเชื้อที่หอผู้ป่วย นักเทคนิคการแพทย์ที่ปฏิบัติงานในห้องเพาะเชื้อ และผู้บริหารที่เกี่ยวข้อง กำหนดขนาดตัวอย่างตามจำนวนบุคลากรที่มีบทบาทสำคัญในการตัดสินใจทางคลินิกและการควบคุมการติดเชื้อในหน่วยงานเพื่อให้ได้ข้อมูลการประเมินที่สะท้อนประสิทธิภาพการใช้งานจริงในหน่วยงาน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ เครื่องมือในการพัฒนาระบบ และเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เครื่องมือในการพัฒนาระบบ คือ นวัตกรรม/ มาตรการที่ศึกษา ระบบเฝ้าระวังเชื้อดื้อยาแบบดิจิทัล คณะผู้วิจัยได้พัฒนาระบบเฝ้าระวังเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพ โดยบูรณาการเทคโนโลยี Low-code platform เพื่อลดต้นทุนและเพิ่มความยืดหยุ่น ประกอบด้วย

- Google Forms & Sheets สำหรับการนำเข้าและจัดการฐานข้อมูลเชื้อดื้อยา เชื่อมโยงข้อมูลจากห้องปฏิบัติการ
- Looker Studio สำหรับสร้างกระดานข้อมูล (dashboard) แสดงผลสถานการณ์เชื้อดื้อยาแบบ Real-time จำแนกตามหอผู้ป่วย ชนิดเชื้อ และความไวของยา
- Line Notify API (application programming interface) สำหรับระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติไปยังทีม

ควบคุมโรคติดเชื้อและแพทย์เจ้าของไข้ทันทีที่พบเชื้อดื้อยาลำคัญ

2. เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถามความพึงพอใจ 4 ด้าน ได้แก่ ความง่ายต่อการใช้งาน การตอบสนองความต้องการ ประสิทธิภาพและเสถียรภาพ และความปลอดภัยของข้อมูล จำนวน 10 ข้อคำถาม ลักษณะเป็นตัวเลือกแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Likert scale) โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมินของบุญชม ศรีสะอาด⁽⁷⁾ ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51-5.00	หมายถึง ระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51-4.50	หมายถึง ระดับมาก
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51-3.50	หมายถึง ระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51-2.50	หมายถึง ระดับน้อย
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.01-1.50	หมายถึง ระดับน้อยที่สุด

การควบคุมคุณภาพเครื่องมือ

แบบสอบถามความพึงพอใจ ได้รับการทดสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (item objective congruence: IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เท่ากับ 0.69 และทดสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือมีค่าสัมประสิทธิ์ (Cronbach's Alpha) เท่ากับ 0.73

ขั้นตอนการศึกษา

ขั้นตอนการวิจัย การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ: ศึกษากระบวนการเฝ้าระวังเชื้อดื้อยาเดิมร่วมกับทีมสหสาขาวิชาชีพ ได้แก่ แพทย์ พยาบาล นักเทคนิคการแพทย์ และอื่นๆ เพื่อรวบรวมปัญหาและข้อจำกัด นำไปสู่การกำหนดความต้องการของระบบใหม่ ที่เน้นการรายงานผลแบบทันสถานการณ์ โดยได้ออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลบน Google Sheets ผังการไหลของข้อมูล และหน้าจอแสดงผล (dashboard) บน Looker Studio

ระยะที่ 2 การพัฒนาระบบและทดสอบนำร่อง: พัฒนาระบบนำเข้าข้อมูลผ่าน Google Forms และดึงข้อมูลจากระบบสารสนเทศของโรงพยาบาลเข้าสู่ Google Sheets พร้อมสร้างฟังก์ชันตรวจสอบความถูกต้อง จาก

นั้นเชื่อมโยงข้อมูลไปยัง Looker Studio เพื่อแสดงสถานการณ์ และตั้งค่า Line Notify API สำหรับการแจ้งเตือนอัตโนมัติ ก่อนนำระบบต้นแบบไปทดสอบใช้งานจริงเป็นเวลา 1 เดือนเพื่อหาข้อบกพร่องและปรับปรุงระบบตามข้อเสนอแนะของผู้ใช้งาน

ระยะที่ 3 การประเมินผลและนำเสนอ: ประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยเปรียบเทียบระยะเวลาการแจ้งเตือน วิเคราะห์ข้อมูลระดับชาติทางคลินิก และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานหลักจำนวน 50 คน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เชิงปริมาณและคุณภาพสรุปผล และนำเสนอต่อคณะกรรมการบริหารโรงพยาบาลเพื่อขยายผลการใช้งานจริงอย่างยั่งยืน

นิยามศัพท์

1. อัตราการติดเชื้อดื้อยา หมายถึงอัตราส่วนของผู้ป่วยในที่มีผลเพาะเชื้อพบเชื้อแบคทีเรียดื้อยา ต่อจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในช่วงเวลานั้น ๆ รายละเอียดของเชื้อดื้อยา⁽⁸⁾ ได้แก่ (1) *Acinetobacter baumannii* ดื้อต่อยา Carbapenem หรือ Colistin (2) *Pseudomonas aeruginosa* ดื้อต่อยา Antipseudomonal penicillin (Piperacillin+Tazobactam) หรือ Carbapenem หรือ Colistin (3) *Klebsiella pneumoniae* ดื้อต่อยา Extended-Spectrum Cephalosporin (Ceftriaxone หรือ Cefotaxime) หรือ Carbapenem (CRE) หรือ Colistin (4) *Staphylococcus aureus* ที่ดื้อต่อยา Methicillin (MRSA) หรือ Vancomycin (VISA and VRSA) (5) *Escherichia coli* ดื้อต่อยา Colistin หรือ Carbapenem (CRE) หรือ Fluoroquinolone (Ciprofloxacin) หรือ Extended-Spectrum Cephalosporin (6) *Salmonella* spp. ดื้อต่อยา Colistin หรือ Fluoroquinolone (Ciprofloxacin) หรือ Extended Spectrum Cephalosporin (7) *Enterococcus faecium* ดื้อต่อยา Vancomycin (VRE) (8) *Streptococcus pneumoniae* ดื้อต่อยา Penicillin (Ampicillin) หรือ Macrolide (Erythromycin) หรือ Extended-Spectrum Cephalosporin

วิธีการคำนวณ⁽⁸⁾

$$\frac{\text{ผู้ป่วยพบแบคทีเรีย 8 ชนิด ที่ดื้อยาในสิ่งส่งตรวจ} \times 100}{\text{จำนวนผู้ป่วยที่นอนโรงพยาบาลในช่วงเวลานั้น}}$$

2. อัตราการเสียชีวิตที่สัมพันธ์กับการติดเชื้อดื้อยา หมายถึง อัตราการเสียชีวิตจากเชื้อแบคทีเรียดื้อยา ต่อจำนวนผู้ป่วยที่นอนโรงพยาบาลในช่วงเวลานั้น ๆ (โดยรวมเชื้อดื้อยา 8 ชนิดข้างต้น)

วิธีการคำนวณ⁽⁸⁾

$$\frac{\text{ผู้ป่วยที่เสียชีวิต ภายใน 28 วัน} \times 100}{\text{หลังพบแบคทีเรียดื้อยาในสิ่งส่งตรวจ} \times 100}{\text{จำนวนผู้ป่วยที่นอนโรงพยาบาลในช่วงเวลานั้น}}$$

การจัดการข้อมูลและนิยามทางจุลชีววิทยา

เพื่อให้การประมวลผลข้อมูลเชื้อดื้อยาด้านจุลชีพมีความถูกต้องและลดความคลาดเคลื่อน ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การจัดการข้อมูลดังนี้

- การจัดการข้อมูลซ้ำ: ในกรณีที่พบเชื้อชนิดเดียวกันจากผู้ป่วยรายเดิมภายในระยะเวลา 14 วัน ระบบจะนับเป็น 1 ครั้ง เพื่อป้องกันการนับจำนวนเชื้อซ้ำและเพื่อให้สะท้อนข้อมูลที่แท้จริง

- การแยกเชื้อก่อโรค (True Pathogen vs. Colonization): ระบบจะรายงานผลตามข้อมูลทางห้องปฏิบัติการ (Lab-based surveillance) โดยการประเมินความสำคัญทางคลินิกว่าเป็นเชื้อก่อโรคหรือเชื้อประจำถิ่น จะอาศัยการวินิจฉัยพิจารณาของแพทย์ผู้รักษาและพยาบาลควบคุมการติดเชื้อร่วมกับข้อมูลแจ้งเตือนจากระบบ

- กรณีพบเชื้อหลายชนิด: หากพบแบคทีเรียดื้อยามากกว่า 1 ชนิดในสิ่งส่งตรวจเดียวกัน ระบบจะบันทึกและแจ้งเตือนแยกตามชนิดเชื้อ เพื่อให้ครอบคลุมการเฝ้าระวังเชื้อดื้อยาสำคัญทั้ง 8 กลุ่มเป้าหมายตามเกณฑ์มาตรฐาน

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ข้อมูลเชิงปริมาณ โดย ข้อมูลเชื้อดื้อยา เก็บข้อมูลจากแบบบันทึกข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ ตัวแปรที่เก็บ ได้แก่ hospital number (HN) admission number (AN)

เพศ อายุ หอผู้ป่วย ชนิดตัวอย่าง วันที่ส่ง/รายงานผล ชนิดเชื้อแบคทีเรีย ผลการทดสอบความไวจากระบบ รายงานผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ โดยการศึกษานี้ ได้รวบรวมข้อมูลความชุกของเชื้อ อัตราการติดเชื้อ และ อัตราการเสียชีวิตที่สัมพันธ์กับการติดเชื้อดื้อยา ระยะ เวลาการแจ้งเตือนผลตรวจทางห้องปฏิบัติการ ความเป็น ปัจจุบันของข้อมูล การเข้าถึงข้อมูล และการะงานจากการ บันทึกรายงาน เพื่อใช้เป็นตัวชี้วัดผลลัพธ์ในการประเมิน ความสามารถและประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้น

2. ข้อมูลเชิงคุณภาพ ใช้การสัมภาษณ์เชิงลึก และความเห็นของผู้พัฒนา/ผู้ใช้งาน

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

โดยใช้การวิเคราะห์เชิงพรรณนา สำหรับวิเคราะห์ ข้อมูลการดื้อยา นำเสนอด้วย ความถี่ และร้อยละ ส่วน การวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ใช้งาน นำเสนอด้วย ค่า เฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

ข้อพิจารณาด้านจริยธรรมการวิจัย

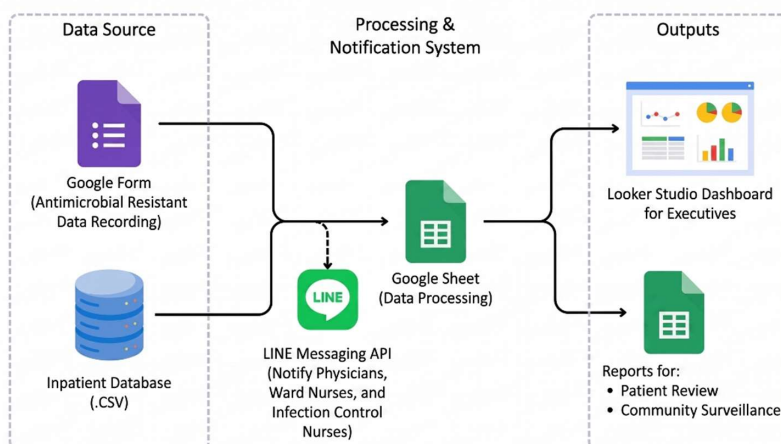
การวิจัยนี้ได้รับการรับรองโดยคณะกรรมการ พิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สำนักงานสาธารณสุข จังหวัดอุบลราชธานี เอกสารเลขที่ SSJ.UB 2567-121 วันที่ 7 สิงหาคม พ.ศ. 2567

ผลการศึกษา

การศึกษาผลลัพธ์การพัฒนาระบบเฝ้าระวังเชื้อ ดื้อยาต้านจุลชีพ โรงพยาบาลวารินชำราบ ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2567 ถึงกันยายน 2568 สามารถสรุปผลได้ 2 ประเด็นหลัก ดังนี้

1. การพัฒนาและประสิทธิภาพของระบบเฝ้าระวังเชื้อ ดื้อยาต้านจุลชีพ

ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบเฝ้าระวังโดยประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีที่ไม่มีค่าใช้จ่ายและเข้าถึงได้ง่าย (Google Workspace และ Line Messaging API) โดยเชื่อมโยง ข้อมูลจากระบบสารสนเทศโรงพยาบาล เข้าสู่ระบบ ประมวลผล โดยมีภาพรวมของการพัฒนาระบบ ดังแสดง ในภาพที่ 1 และแสดงผลผ่านกระดานข้อมูล (<https://bit.ly/warinamr>) โดยมีรูปแบบการแสดงผลในรูป กระดานข้อมูล (Dashboard) จากรายงานการเฝ้าระวัง ทั้งหมด 915 รายงานในผู้ป่วย 566 ราย พบเชื้อดื้อยา สำคัญคือ *Acinetobacter baumannii* (CRAB) และ *Klebsiella pneumoniae* (CRKP) โดยมีความชุกสูงสุด ในหอผู้ป่วยหนักอายุรกรรม ร้อยละ 19.5 (178/915 รายงาน) ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 1 ภาพรวมโครงสร้างของระบบที่พัฒนาขึ้นและการไหลเวียนของข้อมูล

Figure 1 Overview of the developed system structure and data flow.



ภาพที่ 2 กระดานข้อมูล แสดงสถานการณ์เชื้อดื้อยา
Figure 2 Dashboard showing the situation of antimicrobial resistance

ผลการทดสอบและใช้งานจริงพบว่าระบบช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานเมื่อเปรียบเทียบกับระบบเดิม โดยพิจารณาจากตัวแปรที่กำหนดไว้ ได้แก่ ระยะเวลาการแจ้งเตือนผลตรวจทางห้องปฏิบัติการ ความเป็นปัจจุบันของข้อมูล การเข้าถึงข้อมูล และการะงานจากการบันทึกรายงาน ทั้งนี้รายการด้านวิธีบันทึกข้อมูล การประมวลผล การเข้าถึงข้อมูล และการะงานเป็นการสรุปคุณลักษณะเชิงกระบวนการจากการทบทวนระบบเดิมและการใช้งานระบบใหม่ ส่วนระยะเวลาการแจ้งเตือนเป็นตัวแปรเชิงปริมาณที่เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยก่อนและหลังการใช้ระบบ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณลักษณะและผลลัพธ์การดำเนินงานของระบบเดิมและระบบใหม่

Characteristic/Outcome	Traditional System (Manual)	New System (Digital)
Data Entry Method	Manual entry on paper records and logbooks	Digital entry via Google Forms /Lab integration
Notification Latency	Average: 6 hours	Average: 5 minutes
Data Processing and Real-time Availability	Daily summary reports (Not real-time)	Instant 100% real-time display
Data Accessibility	Must check at the ICN unit or wait for physical documents	Accessible via Dashboard/LINE anytime, anywhere
Reporting Workload	High (Requires manual data collection and redundant entry)	Low (Automated/Paperless system)

2. ความพึงพอใจและการนำไปใช้ประโยชน์

จากการประเมินระบบโดยกลุ่มตัวอย่างบุคลากรทางการแพทย์ผู้ใช้งานหลักจำนวน 50 คน ประกอบด้วยพยาบาลวิชาชีพมากที่สุดจำนวน 39 คน (ร้อยละ 78) รองลงมาคือ แพทย์ 5 คน (ร้อยละ 10) นักเทคนิคการแพทย์ 4 คน (ร้อยละ 8) และเจ้าหน้าที่สาธารณสุข 2 คน (ร้อยละ 4) เมื่อพิจารณาตามบทบาทหน้าที่และระดับการบริหารจัดการ พบว่าผู้ประเมินครอบคลุมบุคลากรทุกระดับ ได้แก่ ระดับปฏิบัติการ (ร้อยละ 46) ผู้บริหาร

ตารางที่ 2 ระดับความพึงพอใจของบุคลากรต่อระบบเฝ้าระวังเชื้อดื้อยา (N=50)

Table 2 Personnel satisfaction level with drug-resistant surveillance system (N=50)

Issue	Satisfaction		Level of satisfaction
	Mean	SD	
Domain 1: Ease of Use			
1. Data access via website or QR Code is convenient and fast.	4.37	0.73	high
2. The Dashboard display format is easy to read and clearly understood.	4.34	0.75	high
Domain 2: Meeting User Needs			
3. The data displayed in the system matches your functional requirements.	4.33	0.82	high
4. Notifications via Line Notify provide timely awareness of antimicrobial resistance (AMR) situations.	4.32	0.80	high
5. The system provides real-time data updates as required.	4.32	0.82	high
Domain 3: Efficiency and Stability			
6. The system is always stable and accessible without interruption.	4.27	0.84	high
7. The speed of data processing and visualization is at a satisfactory level.	4.32	0.82	high
8. The system reduces paperwork and redundant reporting tasks.	4.34	0.82	high
Domain 4: Data Security			
9. Confidence in the accuracy and precision of the displayed data.	4.14	0.76	high
10. Confidence in the adequacy of patient confidentiality and privacy measures.	4.10	0.76	high
Overall Summary	4.28	0.79	high

ด้านการนำไปใช้ประโยชน์ ผู้ใช้งานจำนวน 42 คน (ร้อยละ 84) ระบุว่าได้นำข้อมูลไปใช้ในการประกอบการวางแผนการรักษาหรือการใช้ยาปฏิชีวนะ เฝ้าระวังและควบคุมการระบาดของในหอผู้ป่วย และจำนวน 29 คน (ร้อยละ 58) นำไปใช้เพื่อการพัฒนาคุณภาพและการวิจัย จากการสัมภาษณ์มีข้อเสนอแนะให้มีการนำข้อมูลที่ได้จากระบบเชื่อมโยงกับทีมชุมชนเพื่อใช้ในการเฝ้าระวังในชุมชนและเชื่อมโยงกับทีมนำด้านคลินิกในการทบทวนกรณีผู้ป่วยที่เสียชีวิตที่สัมพันธ์กับการติดเชื้อ

ระดับต้นหรือหัวหน้าหน่วยงาน (ร้อยละ 20) ผู้บริหารระดับกลาง (ร้อยละ 24) และผู้บริหารระดับสูง (ร้อยละ 10) โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ (ร้อยละ 68) เป็นผู้ที่มีประสบการณ์การทำงานสูงกว่า 10 ปี โดยบุคลากรทางการแพทย์มีความพึงพอใจต่อระบบในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.28 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.79) โดยรายละเอียดความพึงพอใจในแต่ละด้านแสดงในตารางที่ 2

ดื้อยา และดำเนินการพัฒนาระบบรายงานการติดเชื้อในโรงพยาบาล และรายงานการใช้ยาปฏิชีวนะอย่างสมเหตุสมผล (rational drug use) ในโรคติดเชื้อ 4 กลุ่ม และค่า defined daily dose ของยาปฏิชีวนะเพิ่มเติม

วิจารณ์

การศึกษานี้สะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่ทำให้ผู้ที่ไม่มีความรู้ในการเขียนโปรแกรมสามารถสร้างแอปพลิเคชันได้

(low-code/No-code) ในการพัฒนาระบบเฝ้าระวังเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพในบริบทของโรงพยาบาลรัฐ ซึ่งมักมีข้อจำกัดด้านงบประมาณ บุคลากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และความยืดหยุ่นของระบบสารสนเทศหลัก (hospital information system)⁽⁹⁾ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การเลือกใช้เครื่องมือที่บุคลากรมีความคุ้นเคย เช่น Google Forms, Google Sheets และ Line Notify API ไม่เพียงช่วยลดต้นทุนการพัฒนา แต่ยังลดอุปสรรคด้านการเรียนรู้ระบบใหม่ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการยอมรับและการใช้งานจริงของบุคลากรทางการแพทย์

ด้านระบบเฝ้าระวังเชื้อดื้อยาที่พัฒนาขึ้นสามารถลดระยะเวลาในการแจ้งเตือนผลเชื้อดื้อยาจากเดิมเฉลี่ยประมาณ 6 ชั่วโมง เหลือเพียงประมาณ 5 นาที ซึ่งถือเป็นการปรับปรุงกระบวนการทำงาน ที่มีนัยสำคัญในเชิงระบบบริการสุขภาพ ความรวดเร็วในการสื่อสารข้อมูลผลตรวจทางห้องปฏิบัติการเป็นองค์ประกอบสำคัญของการกำกับการใช้ยาปฏิชีวนะอย่างสมเหตุผล (antimicrobial stewardship) เนื่องจากช่วยให้แพทย์สามารถปรับเปลี่ยนการรักษาได้เร็วขึ้น ลดระยะเวลาการใช้ยาปฏิชีวนะที่ไม่เหมาะสม และสนับสนุนการดำเนินการมาตรการควบคุมการติดเชื้อในหอผู้ป่วยได้ทันทั่วทั้งที่ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดและผลการศึกษาที่รายงานว่าการแจ้งเตือนดิจิทัลสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการตัดสินใจทางคลินิกและการจัดการเชื้อดื้อยาในโรงพยาบาลได้⁽¹⁰⁻¹¹⁾ แต่ระบบส่วนใหญ่ที่พบในงานวิจัยอื่นมักเป็นการพัฒนาโปรแกรมเฉพาะ หรือส่วนต่อขยายของระบบ HIS ซึ่งต้องใช้งบประมาณสูง⁽¹²⁾ นอกจากนี้ การนำเสนอข้อมูลผ่าน Looker Studio ยังสอดคล้องกับแนวโน้มของการใช้ระบบธุรกิจอัจฉริยะ (business intelligence - BI) ในระบบสาธารณสุขยุคใหม่ งานวิจัยด้านสารสนเทศโรงพยาบาลหลายแห่งเริ่มเปลี่ยนจากการใช้รายงานแบบตาราง มาเป็นแดชบอร์ดรายงานข้อมูล que ผู้ใช้งานสามารถโต้ตอบกับข้อมูลได้มากขึ้น เนื่องจากผู้บริหารและทีมสามารถมองเห็นแนวโน้ม และจุดผิดปกติได้ทันที⁽¹³⁾ อย่างไรก็ตามระบบยังมีข้อจำกัดคือระบบเป็นการสื่อสารข้อมูลทางเดียวจากห้องปฏิบัติการ

ความถูกต้องในการจำแนกเชื้อก่อโรคจึงต้องอาศัยการประเมินทางคลินิกร่วมด้วย นอกจากนี้ การใช้แพลตฟอร์ม Google Sheets มีข้อจำกัดในการป้องกันการบันทึกข้อมูลซ้ำหากไม่มีการล็อกอินผ่านบัญชี Google และไม่เหมาะสำหรับการจัดการข้อมูลที่มีตรรกะซับซ้อน ซึ่งผู้วิจัยได้แก้ไขด้วยการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในระดับฐานข้อมูลก่อนการแสดงผล

ระดับความพึงพอใจของบุคลากรผู้ใช้งานระบบอยู่ในระดับมาก ซึ่งสะท้อนถึงความเหมาะสมของการออกแบบระบบที่ตอบโจทย์การใช้งานจริงในหน้างาน โดยเฉพาะความง่ายในการเข้าถึงข้อมูลผ่านอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ และระบบแจ้งเตือนผ่าน Line Notify ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบการสื่อสารที่บุคลากรคุ้นเคย⁽¹⁴⁾ อย่างไรก็ตาม กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นพยาบาลวิชาชีพ และบุคลากรที่มีประสบการณ์ทำงานสูง ซึ่งอาจมีแนวโน้มยอมรับนวัตกรรมมากกว่ากลุ่มอื่น ผลการประเมินความพึงพอใจจึงอาจสูงกว่าความเป็นจริงในภาพรวมของบุคลากรทั้งหมด แม้ว่าการใช้แพลตฟอร์มภายนอกจะช่วยให้การพัฒนาระบบเป็นไปอย่างรวดเร็วและประหยัดต้นทุน

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ประโยชน์การขยายผลการใช้งาน

1. โรงพยาบาลควรพิจารณาปรับเปลี่ยนรูปแบบการพัฒนาระบบด้วยเทคโนโลยี Low-code ไปประยุกต์ใช้กับงานเฝ้าระวังอื่นๆ เช่น ระบบรายงานการติดเชื้อในโรงพยาบาล การติดตามการใช้ยาปฏิชีวนะอย่างสมเหตุผล และการคำนวณค่า defined daily dose เพื่อลดภาระงานด้านเอกสารและเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการข้อมูลในภาพรวม⁽¹⁵⁾

2. การเชื่อมโยงข้อมูลสหสาขาวิชาชีพ ควรนำข้อมูลจากแดชบอร์ดมาใช้เป็นหัวข้อหลักในการประชุมทบทวนเคส โดยเฉพาะกรณีผู้เสียชีวิตที่สัมพันธ์กับการติดเชื้อดื้อยา เพื่อวางแผนการรักษาเชิงรุกและปรับแนวทางการใช้ยาต้านจุลชีพให้ทันทั่วทั้ง

3. การเฝ้าระวังเชิงรุกในชุมชน ควรมีการเชื่อมโยงฐานข้อมูลการแจ้งเตือนกับทีมสุขภาพชุมชน

เพื่อติดตามและเฝ้าระวังการแพร่กระจายของเชื้อดื้อยาในระดับพื้นที่ ช่วยให้การควบคุมโรคมีความต่อเนื่อง ตั้งแต่โรงพยาบาลจนถึงชุมชน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. การศึกษาผลลัพธ์ทางคลินิก ควรมีการวิจัยต่อเนื่องเพื่อประเมินผลลัพธ์ทางคลินิกที่เป็นรูปธรรมหลังจากนำระบบไปใช้ เช่น การเปรียบเทียบอัตราการเสียชีวิต ระยะเวลาการนอนโรงพยาบาล และความรวดเร็วในการได้รับยาปฏิชีวนะที่ ระหว่างก่อนและหลังการใช้ระบบดิจิทัล

2. การพัฒนาระบบรักษาความปลอดภัยข้อมูล ควรมีการศึกษาและพัฒนารูปแบบการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความปลอดภัยสูงขึ้น (data security) รวมถึงการสำรองข้อมูลภายในเซิร์ฟเวอร์ของโรงพยาบาลเอง เพื่อลดการพึ่งพาแพลตฟอร์มภายนอกและเพิ่มความมั่นใจในการรักษาความปลอดภัยของผู้ป่วยในระยะยาว⁽¹⁶⁾

3. การศึกษาในกลุ่มผู้ใช้งานที่หลากหลาย ควรมีการประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจในกลุ่มตัวอย่างที่มีความหลากหลายมากขึ้น ทั้งในด้านทักษะดิจิทัลและบทบาทหน้าที่ เพื่อปรับปรุงส่วนติดต่อผู้ใช้งานให้รองรับการใช้งานของบุคลากรทุกกลุ่มได้อย่างไร้รอยต่อ

โดยสรุป การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาระบบเฝ้าระวังเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพด้วยเทคโนโลยีที่เข้าถึงง่ายและไม่มีค่าใช้จ่าย สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการเฝ้าระวังและการสื่อสารข้อมูลในโรงพยาบาลได้อย่างมีนัยสำคัญ ระบบดังกล่าวไม่เพียงช่วยสนับสนุนการตัดสินใจทางคลินิกและการควบคุมการติดเชื้อ แต่ยังเป็นตัวอย่างของการพัฒนานวัตกรรมเชิงกระบวนการที่เหมาะสมกับบริบทของระบบบริการสุขภาพภาครัฐ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงพยาบาลวารินชำราบ ที่ให้การสนับสนุน ส่งเสริม และเอื้ออำนวยให้เกิดการพัฒนาระบบเฝ้าระวังเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพในบริบทการให้บริการจริงของโรงพยาบาล ตลอดจน

สนับสนุนการดำเนินงานวิจัยเชิงนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี นอกจากนี้ ขอขอบคุณบุคลากรทางการแพทย์ พยาบาล นักเทคนิคการแพทย์ และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือในการพัฒนาระบบ การให้ข้อมูล และการประเมินผลการใช้งาน ซึ่งมีส่วนสำคัญต่อความสำเร็จของการศึกษานี้

เอกสารอ้างอิง

- Jonas OB, Irwin A, Berthe FCJ, Le Gall FG, Marquez P. Drug-resistant infections: a threat to our economic future [Internet]. Washington (DC): World Bank; 2017. 132 p. Available from: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/323311493396993758/pdf/final-report.pdf>
- Murray CJ, Ikuta KS, Sharara F, Swetschinski L, Robles Aguilar G, Gray A, et al. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. The Lancet. 2022;399(10325):629–55. doi: 10.1016/S0140-6736(21)02724-0.
- Phumart P, Phodha T, Thamlikitkul V, Riewpai-boon A, Prakongsai P, Limwattananon S. Health and economic impacts of antimicrobial resistant infections in Thailand: a preliminary study. Journal of Health Systems Research [Internet]. 2012 [cited 2024 Aug 12];6(3):352–60. Available from: <https://ddc.moph.go.th/uploads/publish/1541720240307052203.pdf> (in Thai)
- Lim C, Teparrukkul P, Nuntalohit S, Boonsong S, Nilsakul J, Srisamang P, et al. Excess mortality attributable to hospital-acquired antimicrobial-resistant infections: a 2-year prospective surveillance study in Northeast Thailand. Open Forum Infect Dis. 2022;9(9):ofac305. doi: 10.1093/ofid/ofac305.
- Sumpradit N, Wongkongkathep S, Malathum K,

- Janejai N, Paveenkittiporn W, Yingyong T, et al. Thailand's national strategic plan on antimicrobial resistance: progress and challenges. *Bull World Health Organ.* 2021;99(9):661–73. doi: 10.2471/BLT.20.280644.
6. Department of Disease Control [TH], Division of Epidemiology. Antimicrobial resistance surveillance and investigation guidelines [Internet]. Nonthaburi. Division of Epidemiology; 2022 [2024 Aug 12]. 90 p. Available from: <https://ddc.moph.go.th/uploads/publish/1541720240307052203.pdf> (in Thai)
 7. Sisa-at B. Basic of Research. 10th ed. Bangkok: Suweeriyasarn; 2017.
 8. National Antimicrobial Resistance Surveillance Center [TH]. National guideline for assessing the integrated antimicrobial resistance management in hospital (EE-AMR Tool, Thailand) [Internet]. 2020 [cited 2024 Aug 12]. 60 p. Available from: <https://amrthailand.net/wp-content/uploads/2024/01/คู่มือการประเมินการจัดการการดื้อยาต้านจุลชีพอย่าง-บูรณาการในโรงพยาบาล-EE-AMR-Tool-Thailand.pdf> (in Thai)
 9. Diallo OO, Baron SA, Abat C, Colson P, Chaudet H, Rolain JM. Antibiotic resistance surveillance systems: A review. *J Glob Antimicrob Resist* 2020;23:430–8. doi: 10.1016/j.jgar.2020.10.009.
 10. Van Dort BA, Penm J, Ritchie A, Baysari MT. The impact of digital interventions on antimicrobial stewardship in hospitals: a qualitative synthesis of systematic reviews. *J Antimicrob Chemother* 2022;77(7):1828–37. doi:10.1093/jac/dkac112.
 11. Wangchinda W, Srisompong J, Chayangsu S, Ruangriengsin D, Thamlikitkul V, Koomanachai P, et al. Impact of antibiotic authorization at three provincial hospitals in Thailand: results from a quasi-experimental study. *Antibiotics* 2022;11(3):354. doi: 10.3390/antibiotics11030354.
 12. Onraj W. Research and Development of RHEM-LIS: an integrated antimicrobial resistance surveillance system for the microbiology laboratory at Bueng Kan Hospital [Internet]. Bueng Kan; 2024 [cited 2025 Dec 19]. 15 p. Available from: <https://bkpho.moph.go.th/ssjweb/bkresearch/index.php?fn=detail&sid=353> (in Thai)
 13. Rahman M, Saeed M, Lama K, Roy KK. Data-driven healthcare: the role of business intelligence tools in optimizing clinical and operational performance. *The American Journal of Applied Sciences.* 2025;7(8):50–73. doi: 10.37547/tajas/Volume07Issue08-06
 14. Sombat P, Chaiyasoonthorn W, Chaveesuk S. The acceptance model of hospital information systems in Thailand: a conceptual framework extending TAM. *Proceedings of the 5th International Conference on Industrial Engineering and Applications*; 2018 Apr 26–28; Singapore. New York: Curran; 2018. p.86–94. doi: 10.1109/IEA.2018.8387076.
 15. World Health Organization. Antimicrobial stewardship programmes in health-care facilities: practical toolkit [Internet]. Geneva: WHO; 2019 [cited 2025 Dec 24]. 17 p. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241515481>
 16. Chansanguan S, Rittippant N, Ueki Y, Jeenanunta C. Sustainable digital transformation in public hospitals: strategic enablers for smart healthcare systems. *Sustainability.* 2025;17(19) 8614. doi: 10.3390/su17198614.