



กรมควบคุมโรค
Department of Disease Control

ISSN 3057-0824

วารสารสถาบันราชประชาสมาสัย

Journal of Raj Pracha Samasai Institute

ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม 2569
Volume 10 No. 2 May - August 2026



วารสารสถาบันราชประชาสมาสัย

เป็นวารสารวิชาการ เผยแพร่โดย สถาบันราชประชาสมาสัย

กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข

วัตถุประสงค์ เพื่อส่งเสริมสนับสนุนให้บุคลากรทางการแพทย์และสาธารณสุข ตลอดจนนักวิจัยได้มีโอกาสเผยแพร่
นิพนธ์ต้นฉบับ บทความพื้นฐานวิชา รายงานผลการปฏิบัติงาน รายงานผู้ป่วย การสอบสวนโรค นวัตกรรม
บทความวิชาการ และบทความพิเศษที่เกี่ยวกับการส่งเสริม เฝ้าระวัง ป้องกันควบคุมโรคและภัยสุขภาพ
การรักษาพยาบาลและการฟื้นฟูสมรรถภาพ ระบาดวิทยา การสอบสวนโรค อนามัยสิ่งแวดล้อม และอาชีวอนามัย
การพัฒนาคุณภาพงาน การตรวจพิเศษ และการตรวจทางห้องปฏิบัติการ ยุทธศาสตร์ และนโยบายทางสาธารณสุข
การประเมินผลโครงการ การพัฒนาและประเมินหลักสูตรเศรษฐศาสตร์สาธารณสุขและอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

ที่ปรึกษา ศ. (พิเศษ) นพ.ธีระ รามสูต ประธานมูลนิธิราชประชาสมาสัย ในพระบรมราชูปถัมภ์
ศ. (วุฒิคุณ) ดร.นพ.พรเทพ ศิริวนารังสรรค์ นายกสมาคมเวชศาสตร์ป้องกันแห่งประเทศไทย
นพ.กฤษฎา มโหทาน ที่ปรึกษาสถาบันราชประชาสมาสัย

บรรณาธิการ พญ.สรณจิต วิมูลชาติ ผู้อำนวยการสถาบันราชประชาสมาสัย

กองบรรณาธิการ ร.อ.หญิง.ดร.พญ.บุษบัน เชื้ออินทร์ สำนักงานคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ กรมควบคุมโรค

รศ.ดร.สิริมา มงคลสัมฤทธิ์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

รศ.ฉวีวรรณ บุญสุยา นักวิชาการอิสระ

ผศ.ดร.ทัศนีย์ เกริกกุลธร นักวิชาการอิสระ

ผศ.นพ.ชายหาญ รุ่งศิริแสงรัตน์ ผู้อำนวยการกองวินโรค

ผศ.ดร.ชญาภรณ์ ศรีณพฤติ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

ดร.พอเพ็ญ ไกรนรา นักวิชาการอิสระ

นายมานิจ ชนินพร นักวิชาการอิสระ

ดร.ธนิษฐา ดิษสุวรรณ์ สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 12 สงขลา

ดร.ภญ.ธิดาพร จิรวัฒน์ไพศาล กองวินโรค

นางสาวทิพสุคนธ์ บำรุงวงศ์ กองโรคเอดส์และโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์

ภญ.รัชณี วัฒนเรืองรอง สถาบันราชประชาสมาสัย

นายสุทธิศักดิ์ งามวชิราพร สถาบันราชประชาสมาสัย

ดร.รภิลิญา ฌริณฐโรธร สถาบันราชประชาสมาสัย

ฝ่ายจัดการ นางสาวลลันลลิน เรืองลือ สถาบันราชประชาสมาสัย

นางสาวภัทธรินทร์ ปันสุขสวัสดิ์ สถาบันราชประชาสมาสัย

นางสาวพินทุสร ไตรสุธา สถาบันราชประชาสมาสัย

นางสาวจันทปภา บริบูรณ์ สถาบันราชประชาสมาสัย

ผู้ประสาน ดร.รภิลิญา ฌริณฐโรธร E-mail: journal.rajpracha@gmail.com

กำหนดออก ปีละ 3 ครั้ง ฉบับเดือนมกราคม - เมษายน, พฤษภาคม - สิงหาคม, กันยายน - ธันวาคม

Board of Journal of Raj Pracha Samasai Institute

Objective: To promote and support medical and public health personnel and researchers to have the opportunity to publish original theses, research papers, work performance reports, case reports, disease investigations, innovations, academic articles and special articles on promoting, monitoring, preventing and controlling diseases and health hazards, medical treatment and rehabilitation, epidemiology, disease investigation, environmental health and occupational health, work quality development, special inspections and laboratory testing, public health strategies and policies, project evaluation, curriculum development and evaluation, public health economics and other related matters.

Advisors:

Professor (Special) Teera Ramasoota, M.D.

Chairman of Rajapracha samasai

Foundation Under the Royal Patronage

Professor (Qualification) Dr.Porntep Siriwanarangsun, M.D.

President of the Preventive Medicine

Association of Thailand

Krisada Mahotarn, M.D.

Advisor to the Raj Pracha Samasai Institute

Editor in Chief:

Saranjit Wimoolchart, M.D.

Director of Raj Pracha Samasai Institute

Editorial Board:

Flt.Lt.Dr.Boosbun Chua-Intra, M.D., Ph.D.

Office of senior expert committee

Assoc.Prof.Dr.Sirima Mongkolsomlit, Ph.D.

Faculty of Public Health, Thammasat University

Assoc.Prof.Chaweewon Boonshuyar

Academician

Asst.Prof.Dr.Tassanee Krirkgulthorn, Ph.D.

Academician

Asst.Prof.Chaihan Rungsirisangratana, M.D.

Director of Division of Tuberculosis

Asst.Prof.Dr.Chayaporn Saranpuetti

Faculty of Public Health, Mahidol University

Dr.Pourpen Krinara, Ed.D.

Academician

Mr.Manit Chaninporn

Academician

Dr.Thanittha Ditsuwan, Ph.D.

Office of Disease Prevention and

Control Region 12 Songkla

Dr.Thidaporn Jirawattanapisal Ph.D.

Division of Tuberculosis

Ms.Tipsukon Bamrungwong

Division of AIDS and STIs

Mrs.Rachanee Watanaruangrong

Raj Pracha Samasai Institute

Mr.Sutthisak Ngamwachiraporn

Raj Pracha Samasai Institute

Dr.Rapilin Narintarotorn, Dr.PH.

Raj Pracha Samasai Institute

Co-ordinator Team:

Ms.Lanlalin Rueanglue

Raj Pracha Samasai Institute

Ms.Pattarin Punsuksawes

Raj Pracha Samasai Institute

Ms.Pintusorn Taisuta

Raj Pracha Samasai Institute

Ms.Jantapapa Boriboon

Raj Pracha Samasai Institute

Co-ordinator:

Dr.Rapilin Narintarotorn, Dr.PH.

E-mail: journal.rajpracha@gmail.com

Publishment Quarterly: 3 issued per year (January - April), (May - August), (September - December)

คำแนะนำสำหรับผู้นิพนธ์

วารสารสถาบันราชประชาสมาสัย (Journal of Raj Pracha Samasai Institute) เป็นวารสารวิชาการที่จัดทำและเผยแพร่ โดยสถาบันราชประชาสมาสัย กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมสนับสนุนให้บุคลากรทางการแพทย์และสาธารณสุข ตลอดจนนักวิจัยได้มีโอกาสเผยแพร่ นิพนธ์ต้นฉบับ บทความพื้นวิชา รายงานผลการปฏิบัติงาน รายงานผู้ป่วย การสอบสวนโรค นวัตกรรม บทความวิชาการ และบทความพิเศษที่เกี่ยวกับการส่งเสริม เฝ้าระวัง ป้องกัน ควบคุมโรคและภัยสุขภาพ การรักษาพยาบาล และการฟื้นฟูสมรรถภาพ ระบาดวิทยา การสอบสวนโรค อนามัยสิ่งแวดล้อม และอาชีวอนามัย การพัฒนาคุณภาพงาน การตรวจพิเศษ และการตรวจทางห้องปฏิบัติการ ยุทธศาสตร์และนโยบายทางสาธารณสุข การประเมินผลโครงการการพัฒนาและประเมินหลักสูตร เศรษฐศาสตร์สาธารณสุข และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยเรื่องที่ส่งมาจะต้องไม่เคยตีพิมพ์หรือกำลังรอพิมพ์ในวารสารอื่น โดยวารสารฯ ไม่เก็บค่าธรรมเนียม การตีพิมพ์ใดๆ จากผู้นิพนธ์ในทุกขั้นตอน ทั้งนี้ผลงานวิจัยและบทความทุกเรื่องจะต้องผ่านกองบรรณาธิการ และผู้เชี่ยวชาญ อย่างน้อย 2 ท่าน พิจารณาบทความโดยวิธี Double blinded ก่อนการลงพิมพ์ และกองบรรณาธิการตรวจทานแก้ไขเรื่องต้นฉบับและพิจารณาตีพิมพ์ตามลำดับ ยกเว้นบทความพิเศษที่เขียนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ หรือผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้นๆ กำหนดออกตีพิมพ์เผยแพร่ปีละ 3 ฉบับ ฉบับละ 6-8 เรื่อง ดังนี้ ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม ฉบับที่ 3 กันยายน - ธันวาคม

หลักเกณฑ์และคำแนะนำสำหรับส่งบทความเผยแพร่

1. ประเภทบทความที่ส่งเผยแพร่

นิพนธ์ต้นฉบับ (Original Article) บทความรายงานผลการศึกษา ค้นคว้าวิจัย ประกอบด้วยหัวข้อ ดังนี้ ชื่อเรื่อง ชื่อผู้นิพนธ์ ชื่อสถานที่ทำงาน บทคัดย่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ คำสำคัญ บทนำ วัตถุประสงค์ วัสดุและวิธีการศึกษา ผลการศึกษา วิเคราะห์ สรุป กิตติกรรมประกาศ และเอกสารอ้างอิง ความยาวไม่เกิน 10-20 หน้า

บทความพื้นวิชา (Review Article) เป็นบทความเพื่อพื้นฟูวิชาการ บทความที่ทบทวน หรือรวบรวม ผลงานเกี่ยวกับความรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่ง ความรู้ใหม่ เรื่องที่น่าสนใจ จากวารสารหรือหนังสือต่างๆ ที่เคยลงตีพิมพ์ในวารสารอื่นมาแล้ว ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ประกอบด้วยหัวข้อ ดังนี้ ชื่อเรื่อง ชื่อผู้นิพนธ์ สถานที่ทำงาน บทคัดย่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ คำสำคัญ บทนำ วิธีการสืบค้นข้อมูลเนื้อหาที่ทบทวน วิเคราะห์ และเอกสารอ้างอิง อาจมีความเห็นของผู้รวบรวมเพิ่มเติมด้วย ความยาวไม่เกิน 10-20 หน้า

รายงานผลการปฏิบัติงาน (Results of Operations) รายงานประกอบด้วย ชื่อเรื่อง ชื่อผู้นิพนธ์ สถานที่ทำงาน บทคัดย่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ คำสำคัญ บทนำ วิธีการดำเนินงาน ผลการดำเนินงาน วิเคราะห์ กิตติกรรมประกาศ และเอกสารอ้างอิง ความยาวไม่เกิน 10-20 หน้า

รายงานผู้ป่วย (Case Report) เป็นรายงานกรณีศึกษาที่เป็นโรค หรือกลุ่มอาการโรคใหม่ที่น่าสนใจ พบไม่บ่อย หรือที่ไม่เคยมีรายงานมาก่อน และต้องมีหลักฐานชัดเจนอย่างครบถ้วน ประกอบด้วยหัวข้อ ดังนี้ ชื่อเรื่อง ชื่อผู้นิพนธ์ ชื่อสถานที่ทำงาน บทคัดย่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ บทนำ คำสำคัญ สถานการณ์โรค ข้อมูลคนไข้ บันทึกเวชกรรม (Clinic note) ลักษณะเวชกรรม (Case description) การดำเนินโรค (Clinic course) สรุปกรณีศึกษา วิเคราะห์ หรือข้อสังเกต การยินยอมอนุญาตของคนไข้ (Informed consent) และเอกสารอ้างอิง ความยาวไม่เกิน 10-20 หน้า

การสอบสวนโรค (Outbreak Investigation) รายงานการสอบสวนทางระบาดวิทยา นำเสนอข้อคิดเห็นแก่ผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นองค์ความรู้และแนวทางในการสอบสวนโรค ประกอบด้วยหัวข้อ ดังนี้ ชื่อเรื่อง ชื่อผู้รายงานและทีมสอบสวนโรค สถานที่ทำงาน บทคัดย่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ คำสำคัญ บทนำ วัตถุประสงค์และวิธีการศึกษา ผลการสอบสวนโรค มาตรการควบคุมและป้องกันโรค กิจกรรมการควบคุม ป้องกันโรค วิจารณ์ปัญหาและข้อจำกัดในการสอบสวนโรค สรุปผลการสอบสวน ข้อเสนอแนะ และเอกสารอ้างอิง ความยาวไม่เกิน 10-20 หน้า

นวัตกรรม (Innovation) เป็นกิจกรรมที่ริเริ่มดำเนินการมีการทดลองนำไปใช้ มีการติดตามประเมินผล และเขียนรายงานในรูปแบบของบทความวิชาการ ประกอบด้วยหัวข้อ ดังนี้ ชื่อเรื่อง ชื่อผู้นิพนธ์ สถานที่ทำงาน บทคัดย่อ และคำสำคัญทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ บทนำ วัตถุประสงค์ วิธีการดำเนินการ ผลการดำเนินงาน วิจารณ์ สรุปผลการดำเนินการ กิตติกรรมประกาศ และเอกสารอ้างอิง ความยาวไม่เกิน 10-20 หน้า

บทความวิชาการ (Academic Articles) เป็นบทความที่เขียนจากการรวบรวมความรู้ทบทวนวรรณกรรม โดยเรียบเรียงเนื้อหาใหม่ หรือเป็นบทความที่ให้ความรู้ใหม่ รวบรวมสิ่งที่ตรวจพบใหม่ หรือเรื่องที่น่าสนใจที่ผู้อ่านนำไปประยุกต์ได้ หรือเป็นบทความวิเคราะห์สถานการณ์โรคต่างๆ หรือการรายงานประวัติศาสตร์โรค และภัยสุขภาพ ความสำเร็จของการดำเนินงานในอดีต เพื่ออธิบาย วิเคราะห์ ข้อมูลจากเนื้อหา หรือเสนอแนะ องค์ความรู้ทางวิชาการ ผลงานที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม ประกอบด้วยหัวข้อ ดังนี้ บทคัดย่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ บทนำ (ความสำคัญ/ความเป็นมาของปัญหา) การทบทวนวรรณกรรม ข้อค้นพบ วิจารณ์ และเอกสารอ้างอิง ความยาวไม่เกิน 10-20 หน้า

บทความพิเศษ (Special Article) เป็นบทความที่แสดงข้อคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่อยู่ในความสนใจเป็นพิเศษ หรือเป็นบทความจากผู้ทรงคุณวุฒิ รวมถึงบทสัมภาษณ์พิเศษ นโยบายด้านการแพทย์และสาธารณสุข ข้อคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และบทวิจารณ์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นวิทยาศาสตร์การแพทย์ วิทยาศาสตร์สุขภาพ หรือด้านสาธารณสุข ความยาวไม่เกิน 10 หน้า

2. การเตรียมบทความเพื่อเผยแพร่

กำหนดรูปแบบและขนาดอักษรที่ใช้ในรื่องกำหนดไว้ ดังนี้

ต้นฉบับภาษาไทยใช้โปรแกรม Microsoft Word รูปแบบอักษร TH Sarabun New ขนาดตัวอักษร 16

ชื่อเรื่อง

ควรสั้นกะทัดรัด ให้ได้ใจความที่ครอบคลุม ตรงกับวัตถุประสงค์ และเนื้อเรื่อง ชื่อเรื่องต้องมีทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ

ชื่อผู้นิพนธ์

เขียนชื่อสกุลผู้นิพนธ์ (ไม่ต้องระบุคำนำหน้านาม) และสถานที่ทำงานทั้งภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ในกรณีที่ผู้นิพนธ์หลายคนให้เรียงชื่อตามลำดับความสำคัญของแต่ละคน เชื่อมโยงกับสถานที่ทำงานของแต่ละคน พร้อมทั้งใส่ชื่อสกุล อีเมล เบอร์โทรศัพท์เพื่อติดต่อผู้นิพนธ์ (Corresponding Author)

เนื้อเรื่อง

ควรใช้ภาษาไทยให้มากที่สุด และภาษาที่เข้าใจง่าย สั้น กะทัดรัดและชัดเจน เพื่อประหยัดเวลาของผู้อ่าน หากใช้คำย่อต้องเขียนคำเต็มไว้ครั้งแรกก่อน

บทคัดย่อ (Abstract)

การย่อเนื้อหาสำคัญ เอาเฉพาะที่จำเป็นเท่านั้น ระบุตัวเลขทางสถิติที่สำคัญ ใช้ภาษารัดกุม เป็นประโยคสมบูรณ์ ประมาณ 300-400 คำ และมีส่วนประกอบคือ วัตถุประสงค์ วัสดุและวิธีการศึกษา ผลการศึกษาและวิจารณ์ หรือข้อเสนอแนะ (อย่างย่อ) ไม่ต้องมีเชิงอรรถ ไม่อ้างอิง บทคัดย่อต้องเขียน ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

คำสำคัญ (Keywords)

เป็นคำที่แสดงถึงเนื้อหาของบทความ โดยย่อเหลือเพียงคำที่แสดงความสำคัญของเนื้อเรื่อง เพื่อช่วยในการสืบค้นและเข้าถึงเนื้อหาของบทความได้ง่ายขึ้น คำสำคัญควรสั้น กระชับ ชัดเจน มีจำนวน 3-5 คำ ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ใส่ไว้ท้ายบทคัดย่อ

บทนำ

อธิบายความเป็นมา ความสำคัญของปัญหาที่ทำการวิจัย ศึกษาค้นคว้าของผู้ที่เกี่ยวข้อง เป็นการนำไปสู่ความจำเป็นในการศึกษาวิจัยให้ได้ผล เพื่อแก้ไขปัญหา หรือตอบคำถามที่ตั้งไว้ หากมีทฤษฎี ที่จำเป็นต้องใช้ในการศึกษา อาจเขียนไว้ในส่วนนี้ได้ และวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยในส่วนท้ายของบทนำ

วัสดุและวิธีการศึกษา

อธิบายวัสดุของการศึกษาวิจัย โดยกล่าวถึงรายละเอียดแหล่งที่มาของข้อมูล จำนวน และลักษณะเฉพาะของตัวอย่างที่ศึกษา ต้องบอกถึงการอนุญาตจากผู้ที่รับการศึกษ และการยอมรับ จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมในการศึกษาสิ่งมีชีวิต ส่วนวิธีการศึกษานั้นควรกล่าวถึง รูปแบบการศึกษาวิจัย การเก็บข้อมูล การสุ่มตัวอย่าง วิธีหรือมาตรการที่ศึกษา เครื่องมือ หลักการที่ใช้ในการศึกษา เชิงคุณภาพ หรือปริมาณ แบบสอบถาม การทดสอบความเชื่อมั่น การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้

ผลการศึกษา

อธิบายสิ่งที่ได้จากการศึกษาวิจัย โดยเสนอหลักฐาน และข้อมูลอย่างเป็นระเบียบ พร้อมทั้งแปลความหมาย ของผลที่ค้นพบหรือวิเคราะห์อย่างชัดเจน ดูกว่า ถ้าผลไม่ซับซ้อนไม่มีตัวเลขมาก บรรยายเป็นร้อยแก้ว แต่หากตัวเลขมาก ตัวแปรมาก ควรใช้ตาราง แผนภูมิ และภาพ จำนวนที่เหมาะสม 1-5 ตารางหรือภาพ มีการลำดับที่และชื่ออยู่ด้านบน

วิจารณ์

ควรเขียนอภิปรายผลการศึกษาวิจัยว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ สมมติฐานของการวิจัย หรือไม่เพียงใด และควรอ้างอิงถึงทฤษฎี หรือผลการศึกษาของผู้ที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย ควรเขียนสรุปเกี่ยวกับการวิจัย (ให้ตรงประเด็น) และข้อเสนอแนะที่นำผลไปใช้ประโยชน์ หรือสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

สรุป (ถ้ามี)

ควรเขียนสรุปเกี่ยวกับการวิจัย (ให้ตรงประเด็น) และข้อเสนอแนะที่นำผลการไปใช้ประโยชน์ หรือสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

เอกสารอ้างอิง

การอ้างอิงเอกสารใช้ระบบ Vancouver เขียนเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด หากเอกสารอ้างอิงมีต้นฉบับเป็นภาษาไทย ผู้นิพนธ์ต้องแปลรายการเอกสารอ้างอิงนั้นเป็นภาษาอังกฤษและระบุ "(in Thai)" ทำรายการเอกสารอ้างอิงนั้น ผู้นิพนธ์ต้องรับผิดชอบในความถูกต้องของเอกสารอ้างอิง การอ้างอิงเอกสารให้ใช้เครื่องหมายเชิงอรรถเป็นหมายเลข โดยใช้หมายเลข 1 สำหรับเอกสารอ้างอิงอันดับแรก และเรียงต่อตามลำดับ แต่ถ้าต้องการอ้างอิงซ้ำให้ใช้หมายเลขเดิม และหากเป็นวารสารภาษาอังกฤษให้ใช้ชื่อย่อวารสารตามหนังสือ Index Medicus

การระบุรายการอ้างอิงในเนื้อความ ใช้หมายเลขที่ตรงกับรายการอ้างอิงท้ายบทความ โดยใส่ตัวเลขยกในวงเล็บ วางไว้หลังข้อความหรือชื่อบุคคลที่อ้างถึงโดยไม่ต้องเว้นวรรค โดยเริ่มจาก "(1)" เป็นอันดับแรก และเรียงต่อตามลำดับ

3. รูปแบบการอ้างอิง (โปรดสังเกตเครื่องหมายวรรคตอนในทุกตัวอย่าง)

3.1 การอ้างอิงเอกสาร

ลำดับที่. ชื่อผู้แต่ง (สกุล อักษรย่อของชื่อ). ชื่อเรื่อง. ชื่อย่อวารสาร. ปีที่พิมพ์; เล่มที่ของวารสาร (volume): หน้าแรก-หน้าสุดท้าย ในกรณีที่ผู้แต่งเกิน 6 คน ให้ใส่ชื่อผู้แต่ง 6 คนแรก แล้วตามด้วย et al.

ตัวอย่าง

Fischl MA, Dickinson GM, Scott GB. Evaluation of Heterosexual partners, children and household contacts of adults with AIDS. JAMA. 1987;257:640-4.

3.2 การอ้างอิงหนังสือหรือตำรา แบ่งเป็น 2 ลักษณะ

ก. การอ้างอิงทั้งหมด

ลำดับที่. ชื่อผู้แต่ง (สกุล อักษรย่อของชื่อ). ชื่อหนังสือ. ครั้งที่พิมพ์ (edition). เมืองที่พิมพ์: สำนักพิมพ์; ปีที่พิมพ์.

ตัวอย่าง

Toman K. Tuberculosis case-finding and chemo-therapy. Geneva: World Health Organization; 1979.

ข. การอ้างอิงบทหนังสือที่มีผู้นิพนธ์เฉพาะบท และบรรณาธิการของหนังสือ

ลำดับที่. ชื่อผู้นิพนธ์. ชื่อบท. ใน; (ชื่อบรรณาธิการ), บรรณาธิการ. ชื่อหนังสือ. ครั้งที่พิมพ์. เมืองที่พิมพ์: สำนักพิมพ์; ปีที่พิมพ์. หน้าแรก-หน้าสุดท้าย.

ตัวอย่าง

Nelson SA, Warschow. Protozoa and worms. In: Bologna JL, Schaffer JV, Cerroni L, editors. Dermatology. 3th ed. New York: Elsevier; 2012. p. 1391-421.

3.3 เอกสารอ้างอิงที่เป็นหนังสือประกอบการประชุม หรือรายงานการประชุม (Conference proceeding)

ลำดับที่อ้างอิง. ชื่อบรรณาธิการ, บรรณาธิการ. ชื่อเรื่อง. ชื่อการประชุม; วัน เดือน ปี ที่ประชุม; สถานที่จัดประชุม. เมืองที่พิมพ์: สำนักพิมพ์; ปีพิมพ์.

ตัวอย่าง

Kimura J, Shibasaki H, editors. Recent advances in clinical neurophysiology. Proceedings of the 10th International Congress of EMG and Clinical Neurophysiology; 1995 Oct 15-19; Kyoto, Japan. Amsterdam: Elsevier; 1996.

3.4 การอ้างอิงบทความที่นำเสนอในการประชุม หรือสรุปผลการประชุม (Conference paper)

ลำดับที่อ้างอิง. ชื่อผู้พิมพ์. ชื่อเรื่อง. ใน/In: ชื่อบรรณาธิการ, บรรณาธิการ/editor. ชื่อการประชุม; วัน เดือนปี ที่ประชุม; สถานที่จัดประชุม, เมืองที่ประชุม. เมืองที่พิมพ์: ปีที่พิมพ์. หน้า/p. หน้าแรก-หน้าสุดท้าย.

ตัวอย่าง

Bengtsson S, Solheim BG. Enforcement of data protection, privacy and security in medical informatics. In: Lun KC, Degoulet P, Piemme TE, Rienhoff O, editors. MEDINFO 92. Proceedings of the 7th World Congress on Medical Informatics; 1992 Sep 6-10; Geneva, Switzerland. Amsterdam: North-Holland; 1992. p. 1561-5.

3.5 เอกสารอ้างอิงที่เป็นวิทยานิพนธ์

ลำดับที่อ้างอิง. ชื่อผู้พิมพ์. เรื่อง [ประเภท/ระดับปริญญา]. เมืองที่พิมพ์: มหาวิทยาลัย; ปีที่ได้รับปริญญา. จำนวนหน้า.

ตัวอย่าง

Sansiritaweessook G. Development of a surveillance system to prevent drowning based on the participation of communities at Ubon Ratchathani Province [dissertation]. Khon Kaen: Khon Kaen University; 2012. 391 p. (in Thai)

3.6 การอ้างอิงเอกสารอิเล็กทรอนิกส์

ก. วารสารอิเล็กทรอนิกส์

ลำดับที่อ้างอิง. ชื่อผู้แต่ง. ชื่อบทความ. ชื่อวารสาร [ประเภทของสื่อ]. ปีที่พิมพ์ [สืบค้นเมื่อ/ cited ปี เดือน วันที่]; เล่มที่ (volume): หน้าแรก-หน้าสุดท้าย. เข้าถึงได้จาก/Available from: <https://.....>

ตัวอย่าง

Alavi-Naini R, Moghtaderi A, Metanat M, Mohammadi M, Zabetian M. Factors associated with mortality in Tuberculosis patients. J Res Med Sci [internet]. 2013 [cited 2013 Nov 5]; 18:52-5. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3719227/>

ข. หนังสือหรือบทความอิเล็กทรอนิกส์

ลำดับที่อ้างอิง. ชื่อผู้แต่ง. ชื่อเรื่อง [ประเภทของสื่อ]. เมืองที่พิมพ์. สำนักพิมพ์; ปีที่พิมพ์ [สืบค้นเมื่อ/ cited ปี เดือน วันที่]. จำนวนหน้า. แหล่งข้อมูล/Available from: <https://.....>

ตัวอย่าง

Merlis M, Gould D, Mahato B. Rising out-of- pocket spending for medical care: a growing strain on family budgets [Internet]. New York: Commonwealth Fund; 2006 Feb [cited 2006 Oct 2]. 23 p. Available from: https://www.cmfw.org/usr_doc/Merlis_risingoopspending_887.pdf

3.7 อื่นๆ

ก. หน่วยงานราชการ หรือองค์กรระดับชาติ นานาชาติ เป็นผู้สนับสนุนการผลิตและเผยแพร่

ควรระบุชื่อหน่วยงานในตำแหน่ง สำนักพิมพ์ ทั้งนี้หากไม่ปรากฏชื่อสัญชาติรวมอยู่ในชื่อหน่วยงาน ให้เพิ่มวงเล็บระบุรหัสประเทศแบบตัวอักษรภาษาอังกฤษ 2 ตัว ตามมาตรฐาน ISO 3166 ตามหลังชื่อหน่วยงาน เช่น

Department of Disease Control (TH)

Department of Health (AU)

Centers for Disease Control and Prevention (US)

National Cancer Institute (TH)

ข. มีการระบุชื่อหน่วยงาน ในตำแหน่ง ผู้แต่ง หรือ บรรณาธิการ/editor

ข 1. มีหน่วยงานย่อย หรือคณะกรรมการภายใต้หน่วยงาน

เรียงลำดับชั้นของหน่วยงาน โดยลำดับที่ใหญ่กว่าแสดงก่อน ตามด้วยเครื่องหมายจุลภาค "," เช่น
Department of Disease Control (TH), Bureau of Epidemiology.

ข 2. มีมากกว่า 1 หน่วยงาน

คั่นระหว่างชื่อหน่วยงานด้วยเครื่องหมายอัฒภาค ";" เช่น

Infectious Disease Association of Thailand; Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital.

4. การส่งบทความ

4.1 การพิมพ์บทความ

- บทความความยาวทั้งหมด ไม่เกิน 10-20 หน้า ใช้โปรแกรม Microsoft Word รูปแบบอักษร TH Sarabun New ขนาดตัวอักษร 16 การใช้จุดทศนิยม หากใช้ 1 หรือ 2 ตำแหน่ง ขอให้ใช้ให้เหมือนกันทั้งบทความ

- อ้างอิงเอกสารเขียนเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด

- ตาราง ควรพิมพ์ ไม่ใช่ตารางที่เป็นภาพมีลำดับที่และชื่อตารางปรากฏอยู่เหนือตาราง นำหน้าด้วยคำว่า "ตารางที่"

- แผนภูมิ และภาพประกอบ ควรเป็นภาพสี และต้องมีความคมชัดสูง มีลำดับที่และชื่อแผนภูมิ/ภาพปรากฏอยู่ใต้แผนภูมิ/ภาพ นำหน้าด้วยคำว่า "ภาพที่"

4.2 การส่งบทความ

ให้ผู้นิพนธ์ส่งบทความออนไลน์ ผ่านเว็บไซต์วารสารสถาบันราชประชาสมาสัย <https://he04.tci-thaijo.org/index.php/rpsi>

4.3 การลอกเลียนวรรณกรรม (Plagiarism)

ทางวารสารสถาบันราชประชาสมาสัย มีการตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรม (Plagiarism) โดยการตรวจอักขรวิสุทธิ์ ผลงานวิชาการประเภทงานวิจัย ไม่เกินร้อยละ 25 ผลงานวิชาการที่ไม่ใช่วิจัย ไม่เกินร้อยละ 30

5. ระยะเวลาการพิจารณาบทความเพื่อเผยแพร่

5.1 กองบรรณาธิการจะพิจารณาบทความเบื้องต้น และส่งบทความให้ผู้ประเมินบทความ (Reviewer) จำนวน 2 ท่าน ร่วมพิจารณา โดยผู้นิพนธ์ปรับแก้ไขบทความ (Revisions) ตามความคิดเห็นของผู้ประเมินบทความ ไม่น้อยกว่า 2 รอบ จึงแจ้งผลการพิจารณาเผยแพร่ ทั้งนี้ หากผู้นิพนธ์ต้องการให้มีผู้ประเมินบทความ จำนวน 3 ท่าน ต้องแจ้งความประสงค์ในขั้นตอนส่งบทความ

5.2 บทความที่ได้ตอบรับการเผยแพร่ (Accept Submission) จะได้รับการตรวจสอบความถูกต้อง ความครบถ้วนด้านวิชาการ และรูปแบบการเผยแพร่ (Copyediting) ให้สอดคล้องกับที่วารสารกำหนดอีกครั้งหนึ่ง ผู้นิพนธ์ต้องตรวจยืนยันต้นฉบับบทความ จากนั้นบทความจึงจะเข้าสู่กระบวนการผลิต (Production) เพื่อจัดรูปแบบไฟล์ pdf และทำดัชนีข้อมูลสำหรับเผยแพร่ออนไลน์

5.3 หลังจากบทความถูกจัดรูปแบบ pdf แล้ว กองบรรณาธิการอาจขอให้ผู้นิพนธ์ปรับแก้เพิ่มเติมได้ ผู้นิพนธ์ต้องตรวจพิสูจน์อักษรเพื่อยืนยันความถูกต้องครบถ้วนของเนื้อหาเป็นครั้งสุดท้ายก่อนเผยแพร่ออนไลน์ ทั้งนี้กองบรรณาธิการสงวนสิทธิ์ในการตีพิมพ์ เผยแพร่ เฉพาะเนื้อหาที่ผ่านความเห็นชอบของกองบรรณาธิการเท่านั้น

5.4 ผลการพิจารณาเผยแพร่บทความทั้งที่ตอบรับและปฏิเสธ กองบรรณาธิการจะแจ้งให้ทราบผ่านทางกระทุสนทนา (Discussion) ในระบบออนไลน์ของวารสารสถาบันราชประชาสมาสัย

5.5 บทความที่ได้ตอบรับการเผยแพร่ (Accept Submission) หากผู้นิพนธ์ต้องการหนังสือตอบรับอย่างเป็นทางการ ผู้นิพนธ์สามารถแจ้งความต้องการและรายละเอียดทางกระตู่สนทนา ทั้งนี้กองบรรณาธิการสงวนสิทธิ์ในการเรียงลำดับการตีพิมพ์ เผยแพร่ ตามความเหมาะสม และความรวดเร็วในการจัดทำต้นฉบับบทความในขั้นตอน 5.2 - 5.3

6. ช่องทางการติดต่อวารสารสถาบันราชประชาสมาสัย

6.1 ทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ E-mail address: journal.rajpracha@gmail.com

6.2 ติดต่อด้วยเอกสารส่งทางไปรษณีย์ ถึง กองบรรณาธิการวารสารสถาบันราชประชาสมาสัย (กลุ่มวิชาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ) 15 หมู่ 7 ถนนปู่เจ้าสมิงพราย ตำบลบางหญ้าแพรก อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ 10130 โทรศัพท์ 02 3859135 ต่อ 1505 - 1506

จริยธรรมการตีพิมพ์ผลงานในวารสารสถาบันราชประชาสมาสัย

บทบาทหน้าที่ของผู้นิพนธ์ (Author)

1. ผู้นิพนธ์ต้องไม่ส่งบทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ที่ใดมาก่อน และไม่ส่งต้นฉบับบทความซ้ำซ้อนกับวารสารอื่น และผู้นิพนธ์ต้องไม่นำผลงานไปเผยแพร่หรือตีพิมพ์กับแหล่งอื่นๆ หลังจากที่ได้รับการเผยแพร่กับวารสารสถาบันราชประชาสมาสัยแล้ว
2. ผู้นิพนธ์จะต้องระบุชื่อแหล่งทุนที่ให้การสนับสนุนในการทำวิจัย (ถ้ามี) และจะต้องระบุผลประโยชน์ทับซ้อน (ถ้ามี)
3. คณะชื่อผู้นิพนธ์ที่ปรากฏในบทความต้องเป็นผู้ที่มีส่วนร่วมในผลงานนี้จริง ได้แก่ การกำหนดกรอบแนวคิด การออกแบบการศึกษา/วิจัย การดำเนินการ และการวิเคราะห์ตีความผลการศึกษา/วิจัยที่นำไปสู่บทความ
4. หากบทความที่ขอรับการเผยแพร่เกี่ยวกับการวิจัยทดลองในมนุษย์ ผู้นิพนธ์จะต้องระบุหลักฐานว่าโครงร่างการวิจัยดังกล่าวได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้ว
5. ผู้นิพนธ์ไม่ละเมิดหรือคัดลอกผลงานของผู้อื่น และต้องมีการอ้างอิงทุกครั้งเมื่อนำผลงานของผู้อื่นมานำเสนอ หรืออ้างอิงในเนื้อหาของบทความของตนเอง
6. ผู้นิพนธ์จะต้องอ้างอิงผลงาน ภาพหรือตาราง หากมีการนำไปใช้ในบทความของตนเอง โดยต้องระบุการได้รับอนุญาตให้ใช้ในเนื้อหา “ที่มา” เพื่อป้องกันการละเมิดลิขสิทธิ์ (หากมีการฟ้องร้องคดีจะเป็นความรับผิดชอบของผู้นิพนธ์แต่เพียงผู้เดียว ทางวารสารจะไม่รับผิดชอบใดๆ ทั้งสิ้น)
7. ในบทความ ผู้นิพนธ์จะต้องไม่รายงานข้อมูลที่คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ไม่ว่าจะเป็นการสร้างข้อมูลเท็จ หรือการปลอมแปลงบิดเบือน รวมไปถึงการตกแต่ง หรือเลือกแสดงข้อมูลเฉพาะที่สอดคล้องกับข้อสรุป
8. การกล่าวขอบคุณผู้มีส่วนช่วยเหลือในกิจกรรมประภาศน์นั้น หากสามารถทำได้ผู้นิพนธ์ควรขออนุญาตจากผู้ที่จะกล่าวขอบคุณเสียก่อน

บทบาทหน้าที่ของผู้ประเมินบทความ (Reviewers)

1. ผู้ประเมินบทความต้องคำนึงถึงคุณภาพของบทความเป็นหลัก โดยพิจารณาบทความภายใต้หลักการและเหตุผลทางวิชาการ โดยปราศจากอคติหรือความคิดเห็นส่วนตัว และไม่มีส่วนได้ส่วนเสียกับผู้นิพนธ์ใดๆ ทั้งสิ้น หากผู้ประเมินบทความตระหนักว่า ตนเองอาจมีผลประโยชน์ทับซ้อนกับผู้นิพนธ์ที่ทำให้ไม่สามารถให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอย่างอิสระได้ ผู้ประเมินบทความควรแจ้งให้บรรณาธิการวารสารทราบ และปฏิเสธการประเมินบทความนั้นๆ
2. ผู้ประเมินบทความต้องไม่แสวงหาประโยชน์จากผลงานทางวิชาการที่ตนเองได้ทำการพิจารณาประเมินบทความ และไม่นำข้อมูลบางส่วนหรือทุกส่วนของบทความไปเป็นผลงานของตนเอง
3. ผู้ประเมินบทความ ควรมีความเชี่ยวชาญในสาขาวิชาที่ตนประเมินบทความ โดยพิจารณาความสำคัญของเนื้อหา ในบทความที่มีต่อสาขาวิชานั้นๆ คุณภาพของการวิเคราะห์ และความเข้มข้นของผลงาน หรือระบุผลงานวิจัยที่สำคัญๆ และสอดคล้องกับบทความที่กำลังประเมิน ผู้ประเมินไม่ควรใช้ความคิดเห็นส่วนตัวที่ไม่มีข้อมูลรองรับมาเป็นเกณฑ์ในการตัดสินบทความ
4. เมื่อผู้ประเมินบทความพบว่า มีส่วนใดของบทความที่มีความเหมือนหรือซ้ำซ้อนกับผลงานชิ้นอื่นๆ ผู้ประเมินบทความผลงานวิจัยที่สำคัญๆ และสอดคล้องกับบทความต้องแจ้งให้บรรณาธิการทราบโดยทันที
5. ผู้ประเมินบทความต้องรักษาระยะเวลาประเมินตามกรอบเวลาที่กำหนด
6. ผู้ประเมินบทความต้องรักษาความลับ และไม่เปิดเผยข้อมูลของบทความที่ส่งมาเพื่อพิจารณาแก่บุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องในช่วงระยะเวลาการประเมินบทความ

บทบาทหน้าที่ของกองบรรณาธิการ

1. พิจารณารูปแบบคุณภาพของบทความ ความครบถ้วนสมบูรณ์และคุณภาพของบทความก่อนเริ่มกระบวนการประเมินบทความ
2. ไม่เปิดเผยข้อมูลใดๆ ในระหว่างช่วงเวลาการประเมินบทความและการตีพิมพ์วารสารฉบับนั้นๆ แก่บุคคลอื่นที่ไม่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลของผู้นิพนธ์หรือผู้ประเมินบทความ
3. กองบรรณาธิการต้องไม่แก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงเนื้อหาบทความ และผลการประเมินของผู้ประเมินบทความ
4. ปฏิบัติตามกระบวนการและขั้นตอนต่างๆ ของวารสารอย่างเคร่งครัด
5. เป็นผู้ประเมินบทความเบื้องต้นในการตัดสินใจคัดเลือกบทความเข้าสู่กระบวนการตีพิมพ์เผยแพร่ และพิจารณาตีพิมพ์เผยแพร่
6. เป็นผู้ประเมินบทความ และพิจารณาผู้เชี่ยวชาญประเมินบทความ โดยบทความที่ผ่านกระบวนการประเมินบทความแล้ว พิจารณาจากผลการประเมิน ความสำคัญ ความใหม่ ความชัดเจน และความสอดคล้องของเนื้อหา กับนโยบายของวารสารเป็นสำคัญ
7. ไม่ตีพิมพ์บทความที่เคยได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่จากที่อื่นมาแล้วทั้งในรูปแบบของวารสารตีพิมพ์และออนไลน์
8. จะต้องพิจารณาคัดเลือกบทความที่จะได้รับการตีพิมพ์อย่างมีระบบเป็นธรรมและต้องไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อนระหว่างผู้นิพนธ์ ผู้ประเมินบทความ และกองบรรณาธิการ
9. ไม่ปฏิเสธการตีพิมพ์บทความที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดจนกว่าจะมีหลักฐานพิสูจน์ข้อสงสัยเหล่านั้น
10. หากมีหลักฐานที่ชัดเจนว่ามีการคัดลอกผลงานของผู้อื่น กองบรรณาธิการจะติดต่อผู้นิพนธ์หลักเพื่อขอคำชี้แจง และหากไม่มีข้อชี้แจงตามหลักทางวิชาการ กองบรรณาธิการจะปฏิเสธการตีพิมพ์บทความนั้น
11. กองบรรณาธิการต้องไม่เปิดเผยชื่อของผู้นิพนธ์ต่อผู้ประเมินบทความและในทางกลับกันจะต้องไม่เปิดเผยชื่อผู้ประเมินบทความต่อผู้นิพนธ์
12. หากตรวจพบการคัดลอกผลงานของผู้อื่น หรือมีการปลอมแปลงข้อมูล หรือกระทำการอื่นใดในทางที่มีขอบ ที่อาจก่อให้เกิดความเสียหาย ระหว่างกระบวนการประเมินบทความ กองบรรณาธิการจะหยุดกระบวนการประเมิน และติดต่อผู้นิพนธ์หลักทันที เพื่อขอคำชี้แจงประกอบการ “ตอบรับ” หรือ “ปฏิเสธ” การตีพิมพ์บทความนั้น รวมทั้งมีสิทธิในการดำเนินการต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง อาทิ การเรียกร้องค่าเสียหาย การแจ้งต่อหน่วยงานหรือบุคคลที่เกี่ยวข้องที่อาจถูกกระทบสิทธิ เป็นต้น
13. บทความที่ไม่ผ่านการพิจารณา กองบรรณาธิการจะแจ้งให้ผู้นิพนธ์ทราบเป็นลายลักษณ์อักษร โดยไม่ส่งคืนต้นฉบับ ทั้งนี้ ผลการพิจารณาของกองบรรณาธิการ ถือเป็นอันสิ้นสุดผู้นิพนธ์ไม่มีสิทธิเรียกร้องหรืออุทธรณ์ใดๆ ทั้งสิ้น
14. ต้องรักษามาตรฐานของวารสาร รวมถึงพัฒนาวารสารให้มีคุณภาพ สะท้อนองค์ความรู้ใหม่ๆ และมีความทันสมัยเสมอ

ประกาศเกี่ยวกับลิขสิทธิ์

บทความที่ลงพิมพ์ในวารสารสถาบันราชประชาสมาสัย ถือว่าเป็นผลงานทางวิชาการหรือการวิจัย และวิเคราะห์ตลอดจนเป็นความเห็นส่วนตัวของผู้นิพนธ์ ไม่ใช่ความเห็นของกองบรรณาธิการแต่ประการใด ผู้นิพนธ์จำต้องรับผิดชอบต่อบทความของตน

นโยบายส่วนบุคคล

ชื่อและที่อยู่อีเมลที่ระบุในวารสารสถาบันราชประชาสมาสัย จะถูกใช้เพื่อวัตถุประสงค์ตามที่ระบุไว้ในวารสารเท่านั้น และจะไม่ถูกนำไปใช้สำหรับวัตถุประสงค์อื่น หรือต่อบุคคลอื่นใด

สารบัญ / Contents

หน้า / Page

บทความพิเศษ

การวิจัยด้านอาชีวเวชศาสตร์

1-2

ศาสตราจารย์ (พิเศษ) นายแพทย์ธีระ รามสูต

Special Articles

Innovations in Occupational health research

Professor (Special) Teera Ramasoota

นิพนธ์ต้นฉบับ

การพัฒนารูปแบบบริการป้องกันภาวะคลอด

3-12

ก่อนกำหนดในหญิงตั้งครรภ์โรงพยาบาลบรบือ

อภิญญา สารภักดิ์ และคณะ

Original Article

Development of A Service Model to Prevent

Premature Birth in Pregnant Women at Borabue Hospital

Apinya Sarapak, et al.

ความชุกของเชื้อดื้อยาโคลิสตินที่แยกได้

13-21

จากสิ่งส่งตรวจของผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษา

ในโรงพยาบาลราชบุรี ระหว่างปี พ.ศ. 2563-2567

อรนุช กุศลพลาเลิศ

Prevalence of Colistin-resistant organisms isolated from specimens of patients admitted to Ratchaburi Hospital between the years 2020 and 2024

Oranuch Kusonparalert

ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการมาตามนัดของผู้ป่วย

22-34

โรคไม่ติดต่อเรื้อรังโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ

ตำบลบางเปรี้ยว อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ

สมพงษ์ สิทธิพิทุธา

Factors Affecting Appointment Adherence

Behavior among Patients with Chronic

Non-Communicable Diseases at Bang Phriang

Subdistrict Health Promoting Hospital, Bang Bo District, Samut Prakan Province

Sompong Sitthiputtha

บทความพินิจ

ความท้าทายที่สำคัญและการประยุกต์ใช้แอปพลิเคชัน

35-45

ในนวัตกรรมการดูแลผู้สูงอายุในประเทศไทย

ณัฏชา สวรรค์วัฒนกุล และคณะ

Review Article

Key Challenges and Strategic Applications of

Elderly Care Innovation in Thailand

Natcha Swanwattanakul, et al.

บทความวิชาการ

ความก้าวหน้าทางการพัฒนาเชิงเปลี่ยนแปลง

46-60

ในภูมิคุ้มกันบำบัดสังเคราะห์: การเข้าใจกลไกและ

นวัตกรรมการรักษาสำหรับโรคภูมิคุ้มกันทำลายตนเอง

นันทวรรณ วัฒนโชติ และคณะ

Academic Articles

Transformative advances in synthetic

immunotherapy: mechanistic insights and

therapeutic innovations for autoimmune diseases

Nuntawan Watanachote, et al.

ความก้าวหน้าทางชีววิทยาสังเคราะห์สำหรับ

61-81

เซ็นเซอร์ชีวภาพเพื่อการตรวจจับแบคทีเรีย

ที่มีประสิทธิภาพ: การทบทวนเชิงระบบ

ฐิติชญาน์ เหมะรักษ์ และคณะ

Synthetic Biology Advances in Biosensors for

Effective Bacterial Detection: A Systematic Review

Thitichayann Hemarak, et al.

การวิจัยด้านอาชีวเวชศาสตร์ Innovations in Occupational health research

ศาสตราจารย์ (พิเศษ) นายแพทย์ธีระ รามสูต

ประธานมูลนิธิราชประชาสมาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์
ที่ปรึกษาสถาบันราชประชาสมาลัย

Professor (Special) Teera Ramasoota

Chairman of the Rajaprachasamasai Foundation
under Royal Patronage and Advisor to the
Raj Pracha Samasai Institute

DOI: 10.14456/jrpsi.2026.8

คำสำคัญ: อาชีวเวชศาสตร์

1. ความหมายและความสำคัญของอาชีวเวชศาสตร์

อาชีวเวชศาสตร์ เป็นศาสตร์ที่มุ่งเน้นการป้องกันและแก้ไขปัญหาสุขภาพที่เกิดจากการทำงานและสิ่งแวดล้อมในที่ทำงาน การศึกษาในด้านนี้ช่วยลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นต่อแรงงาน เช่น โรคที่เกี่ยวข้องต่อแรงงาน โรคที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน โรคจากสารเคมี และปัญหาสุขภาพจิต โดยมีบทบาทสำคัญในการสร้างความปลอดภัยและเพิ่มพูนคุณภาพชีวิตของแรงงาน

2. ความเสี่ยงด้านสุขภาพในที่ทำงาน

ในที่ทำงานความเสี่ยงต่อสุขภาพอาจเกิดจากหลายปัจจัย เช่น

- 1) ปัจจัยทางกายภาพ เช่น แรงสั่นสะเทือน เสียงดัง อุณหภูมิสูง
- 2) ปัจจัยทางเคมี เช่น การสัมผัสสารเคมีที่เป็นพิษ เช่น สารตะกั่ว เบนซิน
- 3) ปัจจัยทางชีวภาพ เช่น การติดเชื้อจากจุลินทรีย์
- 4) ปัจจัยทางจิตวิทยาและสังคม เช่น ความเครียดจากการทำงานที่มีความกดดันสูง

ตัวอย่าง ในโรงงานที่ใช้เบนซินในการผลิตมีรายงานพบว่า แรงงานบางส่วนป่วยเป็นโรคเมเร็งเม็ดเลือดขาวอันเนื่องมาจากการสัมผัสเบนซินเป็นเวลานาน

3. การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมการทำงาน

การวิจัยด้านนี้จำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัดผลกระทบ เช่น

- 1) การตรวจวัดคุณภาพอากาศในโรงงาน
- 2) การสัมภาษณ์แรงงานเกี่ยวกับปัญหาสุขภาพ
- 3) การใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินระดับความเครียด

ตัวอย่าง ในการศึกษาเรื่อง ฝุ่น PM 2.5 ในสถานที่ก่อสร้างพบว่า ระดับฝุ่นมีค่าเกินมาตรฐานในช่วงเวลาการทำงานโดยแรงงานจำนวนมากมีปัญหาทางเดินหายใจ

4. แนวทางป้องกันและส่งเสริมสุขภาพในที่ทำงาน

แนวทางการป้องกันสามารถทำได้หลายวิธี เช่น

- 1) การพัฒนาโปรแกรมสุขภาพ เช่น การตรวจสุขภาพประจำ
- 2) การออกแบบสถานที่ทำงานให้เหมาะสม เช่น การติดตั้งระบบระบายอากาศ
- 3) การฝึกอบรมแรงงานเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ป้องกัน

ตัวอย่าง บริษัทผลิตอาหารในจังหวัดหนึ่งได้จัดโครงการฝึกอบรมแรงงานเกี่ยวกับเรื่องการใช้หน้ากากอนามัยป้องกันสารเคมีในโรงงานส่งผลให้ความเสี่ยงต่อการเกิดโรคปอดลดลงอย่างเห็นได้ชัด

5. กรณีศึกษา : การนำอาชีวเวชศาสตร์มาประยุกต์ใช้

ตัวอย่างที่ 1 การปรับปรุงสภาพการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งพบว่า การลดเสียงดังและการติดตั้งระบบดูดซับสารเคมี ช่วยลดอัตราการเกิดโรคในกลุ่มแรงงานได้ถึงร้อยละ 30

ตัวอย่างที่ 2 การใช้ระบบดิจิทัลเพื่อเก็บข้อมูลสุขภาพของแรงงานในโรงงานผลิตเหล็ก ทำให้สามารถวางแผนการตรวจสุขภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทสรุป

การวิจัยด้านอาชีวเวชศาสตร์มีความสำคัญต่อการพัฒนาและสร้างเสริมสุขภาพของแรงงานในที่ทำงาน โดยใช้วิธีการที่ครอบคลุม ทั้งการประเมินความเสี่ยง การออกแบบแนวทางป้องกัน และการประเมินผลลัพธ์อย่างเป็นระบบ ตัวอย่างที่กล่าวมาชี้ให้เห็นถึงผลกระทบที่ดีต่อสุขภาพแรงงานและประสิทธิภาพขององค์กร

การพัฒนาารูปแบบบริการป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนดในหญิงตั้งครรภ์โรงพยาบาลบรบือ

อภิญญา สารภักดิ์

โรงพยาบาลบรบือ

ภัทรา พรหมมงคล

โรงพยาบาลบรบือ

DOI: 10.14456/jrpsi.2026.9

Received: July 21, 2025 | Revised: January 2, 2026 | Accepted: January 16, 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพปัญหาภาวะคลอดก่อนกำหนด พัฒนารูปแบบบริการป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนด และประเมินผลลัพธ์การพัฒนารูปแบบบริการป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนดในหญิงตั้งครรภ์ที่มารับบริการฝากครรภ์ที่โรงพยาบาลบรบือ คัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจงจำนวน 50 คน ตามเกณฑ์คัดเข้าคัดออก คือ หญิงตั้งครรภ์รายใหม่ ฝากครรภ์ก่อนอายุครรภ์ 12 สัปดาห์ และมีภาวะเสี่ยงต่อการคลอดก่อนกำหนด เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสนทนากลุ่ม แบบวัดความรู้ และพฤติกรรมป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนด และแบบประเมินความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา และสถิติเชิงอนุมาน

ผลการพัฒนารูปแบบบริการป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนดในหญิงตั้งครรภ์ ประกอบด้วย การคัดกรองการให้ความรู้ การเฝ้าระวัง การติดตามเยี่ยมเชิงรุก การวางแผนจำหน่ายในห้องคลอดและติดตามหลังจำหน่ายพบว่า ภาวะเจ็บครรภ์คลอดก่อนกำหนดลดลงจากร้อยละ 30 เหลือร้อยละ 14 การกลับมารักษาซ้ำลดลงจากร้อยละ 53.33 เหลือร้อยละ 14.28 และการคลอดครบกำหนดเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 88 เป็นร้อยละ 100 คะแนนความรู้และพฤติกรรมป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนดเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p\text{-value} < 0.001$ ความพึงพอใจของหญิงตั้งครรภ์และทีมสหวิชาชีพต่อรูปแบบบริการป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนด อยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ ควรศึกษาผลของการพัฒนารูปแบบอย่างต่อเนื่อง และควรขยายผลการวิจัยไปสู่โรงพยาบาลลูกข่าย เพื่อให้มีการใช้รูปแบบบริการป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนดอย่างเป็นระบบ

ติดต่อผู้พิมพ์: อภิญญา สารภักดิ์

อีเมล: apinya.kie79@gmail.com

คำสำคัญ: การพัฒนา, รูปแบบบริการ, ภาวะคลอดก่อนกำหนด, หญิงตั้งครรภ์

Development of A Service Model to Prevent Premature Birth in Pregnant Women at Borabue Hospital

Apinya Sarapak

Borabue Hospital

Patra Prommongkol

Borabue Hospital

Abstract

The research and development aims to 1) study the problem of premature birth, 2) develop a service model to prevent premature birth, and 3) evaluate the result of developing a service model to prevent premature birth in pregnant women who received prenatal care at Borabue Hospital according to the inclusion and exclusion criteria, totaling 50 people such as new pregnancy woman, those who register for antenatal care before 12 weeks of gestation and those at risk of premature birth. The research instruments used were group discussions, knowledge and behavior measurement form to premature birth, and satisfaction form. Data were analyzed using descriptive statistics and inferential statistics.

Results of the development: The development of the service model for preventing premature birth in pregnant women at Borabue Hospital consisted of screening, providing knowledge, monitoring, proactive follow-up visits, planning for discharge in the delivery room, and post-discharge follow-up. It was found that the rate of premature labor decreased from 30% to 14%, readmission decreased from 53.33% to 14.28%, and full-term delivery increased from 88% to 100%. The knowledge and behavior scores for preventing premature birth after providing knowledge increased significantly with a statistical p-value of <0.001 . The satisfaction of pregnant women and the multidisciplinary team with the service model for preventing premature birth was at a high level.

Recommendations: The results of the model development should be studied continuously, and the research results should be expanded to network hospitals so that the model for premature birth prevention services can be systematically implemented.

Corresponding Author: Apinya Sarapak

E-mail: apinya.kie79@gmail.com

Keywords: development, service model, preterm birth, pregnant women

บทนำ

สถิติขององค์การอนามัยโลกพบว่า การคลอดก่อนกำหนดมีแนวโน้มสูงขึ้นเฉลี่ย 15 ล้านคน/ปี คิดเป็นอัตราการคลอดก่อนกำหนดทั่วโลกประมาณ 11% การคลอดก่อนกำหนดจึงเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับต้นๆ ของเด็ก คิดเป็น 18% ของการเสียชีวิตในเด็กต่ำกว่า 5 ปี และมากถึง 35% ของการเสียชีวิตทั้งหมดในเด็กแรกเกิด (อายุน้อยกว่า 28 วัน)⁽¹⁾ จากรายงานสถานการณ์อนามัยแม่และเด็กของประเทศไทย⁽²⁾ ปี 2563-2565 พบว่า อัตราการคลอดก่อนกำหนด ร้อยละ 12.47, 11.61 และ 10.42 ตามลำดับ อัตราตายทารกแรกเกิดภายใน 28 วัน ต่อการเกิดมีชีพ 1,000 คน อยู่ที่ 4.20, 4.70 และ 4.50 ตามลำดับ ซึ่งเป้าหมายไม่เกิน 3.7 ต่อ 1,000 ทารกแรกเกิดมีชีพ จากสถานการณ์ข้างต้นกระทรวงสาธารณสุขและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้จัดนโยบายและยุทธศาสตร์การพัฒนาอนามัยเจริญพันธุ์แห่งชาติ ฉบับที่ 2⁽³⁾ (ปี 2560-2569) ว่าด้วยเรื่องการส่งเสริมการเกิดและการเจริญเติบโตอย่างมีคุณภาพ โดยมีเป้าประสงค์ 2 ประการ คือ 1) เพื่อให้การเกิดทุกรายมีการวางแผนและเตรียมความพร้อมตั้งแต่ก่อนตั้งครรภ์ และได้รับการช่วยเหลือในการมีบุตร 2) เพื่อส่งเสริมให้หญิงตั้งครรภ์ฝากครรภ์คุณภาพ ลูกเกิดรอดและแม่ปลอดภัย รวมทั้งได้รับการดูแลหลังคลอด

ที่ดีจากสถานการณ์ในปัจจุบันพบว่า ยังไม่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ อาจเนื่องมาจากการแก้ปัญหาสาธารณสุขด้านอนามัยแม่และเด็กขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ทั้งด้านสังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อมและที่สำคัญ คือ ปัจจัยภายในตัวบุคคลของหญิงตั้งครรภ์ สามเษและครอบครัว ที่ถือว่าเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อการดูแลสุขภาพขณะตั้งครรภ์ให้มีคุณภาพ ซึ่งจะช่วยลดและป้องกันผลกระทบหรือภาวะแทรกซ้อนที่เป็นปัญหาด้านสาธารณสุขได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การเจ็บครรภ์คลอดก่อนกำหนดมีปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญด้านมารดา ได้แก่ การติดเชื้อขณะตั้งครรภ์ โรคประจำตัวของหญิงตั้งครรภ์ ภาวะแทรกซ้อนขณะตั้งครรภ์ ประวัติคลอดก่อนกำหนด ความผิดปกติของมดลูก ภาวะแท้ง การตั้งครรภ์แฝด พฤติกรรมที่ไม่เหมาะสม เช่น การสูบบุหรี่ ดื่มสุรา รวมถึงการใช้สารเสพติด ส่วนปัจจัยเสี่ยงด้านทารก ได้แก่ ความผิดปกติของทารก การขาดออกซิเจนในครรภ์ ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลให้เกิดการเจ็บครรภ์คลอดก่อนกำหนดหากไม่สามารถยับยั้งการคลอดได้จะทำให้คลอดก่อนกำหนด ซึ่งเป็นสาเหตุการเสียชีวิตของทารกเป็นอันดับ 2 รองจากภาวะพิการแต่กำเนิด ยิ่งอายุครรภ์น้อยเท่าไรจะมีโอกาสที่ทารกจะเสียชีวิตและทุพพลภาพมากขึ้น ภาวะทุพพลภาพจะอยู่ในระยะยาว ค่าใช้จ่ายในการดูแลสูงมาก ส่วนทารกที่รอดชีวิตส่วนใหญ่จะมีน้ำหนักตัวน้อย อวัยวะต่างๆ ยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ ประสิทธิภาพการทำงานไม่สมบูรณ์ทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนตามมา เช่น ภาวะหายใจลำบาก เนื้อเยื่อลำไส้ตาย เลือดออกในโพรงมดลูก ภาวะติดเชื้อที่รุนแรง ซึ่งต้องได้รับการดูแลอย่างใกล้ชิดจากบุคลากรทางการแพทย์ ใช้อุปกรณ์ราคาสูง และใช้เวลานอนโรงพยาบาลนาน ทำให้เพิ่มค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษา ในประเทศไทยพบว่ารัฐบาลต้องเสียค่าใช้จ่ายสำหรับการดูแลรักษาทารกที่คลอดก่อนกำหนดทั่วประเทศ 15,000 ราย ประมาณ 2,300 ล้านบาท ทั้งนี้ไม่รวมค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาต่อเนื่องหากทารกมีความพิการหรือพัฒนาการผิดปกติ

จากสถิติบริการในปี 2564-2566⁽⁴⁾ โรงพยาบาลบรบือ จังหวัดมหาสารคาม มีหญิงตั้งครรภ์มาฝากครรภ์จำนวน 665, 575 และ 541 ราย หญิงตั้งครรภ์คลอด จำนวน 551, 600 และ 496 ราย ตามลำดับมีภาวะคลอดก่อนกำหนด ร้อยละ 7.16, 7.59 และ 7.25 ตามลำดับ ทารกแรกเกิดคลอดก่อนกำหนดน้ำหนักตัวน้อยกว่า 2,500 กรัม ร้อยละ 18.36, 25.71 และ 22.22 ตามลำดับ จากการวิเคราะห์สถานการณ์พบว่า หญิงตั้งครรภ์ขาดความรู้ในการปฏิบัติตัว ขาดการตระหนักถึงอันตราย เมื่อมีอาการผิดปกติไม่รีบมาโรงพยาบาลทำให้ได้รับการดูแลรักษาล่าช้า ช่องทางติดต่อกับเจ้าหน้าที่ไม่สะดวกรวดเร็ว ระบบการติดตามหญิงตั้งครรภ์ที่มีประวัติเจ็บครรภ์คลอดก่อนกำหนดไม่ครอบคลุมและไม่ทันสมัย จึงส่งผลให้เกิดการคลอดก่อนกำหนด ข้อมูลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าหญิงตั้งครรภ์ควรมีระบบบริการการป้องกันการคลอดก่อนกำหนด ตั้งแต่กระบวนการฝากครรภ์ การคัดกรองภาวะเสี่ยงต่อการคลอดก่อนกำหนด การได้รับความรู้ที่ทันสมัย เข้าถึงได้ง่าย การติดต่อสื่อสารกับบุคลากรทางการแพทย์ที่สะดวกรวดเร็ว การติดตามหญิงตั้งครรภ์ที่มีประวัติเจ็บครรภ์คลอดก่อนกำหนด การดูแลรักษาเพื่อยับยั้งการคลอดในท้องคลอด และการติดตามหลังการจำหน่ายออกจากโรงพยาบาลเพื่อให้หญิงตั้งครรภ์มีระบบการดูแลที่ครอบคลุม ส่งผลให้เกิดการตั้งครรภ์คุณภาพ ลูกเกิดรอด แม่ปลอดภัย ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการพัฒนาบริการเพื่อป้องกันการคลอดก่อนกำหนดตามบริบทของโรงพยาบาลบรบือ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสภาพปัญหาภาวะคลอดก่อนกำหนดในหญิงตั้งครรภ์
2. เพื่อพัฒนารูปแบบบริการป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนดในหญิงตั้งครรภ์
3. เพื่อประเมินผลลัพธ์ของการพัฒนารูปแบบบริการป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนดในหญิงตั้งครรภ์

วัสดุและวิธีการศึกษา

การวิจัยและพัฒนา (Research and development) ประกอบด้วยการศึกษาสภาพปัญหาภาวะคลอดก่อนกำหนด ตั้งแต่เดือนมกราคม - พฤศจิกายน 2567 ศึกษาที่คลินิกสูตินรีเวช และห้องคลอดโรงพยาบาลบรบือ จังหวัดมหาสารคาม

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ หญิงตั้งครรภ์ที่มาใช้บริการฝากครรภ์ที่คลินิกสูติรีเวช โรงพยาบาลบรบือ จังหวัดมหาสารคาม กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยนี้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม

1. ทีมสหวิชาชีพ จำนวน 13 คน ได้แก่ พยาบาลวิชาชีพคลินิกสูติรีเวช จำนวน 3 คน พยาบาลวิชาชีพงานห้องคลอด จำนวน 7 คน สูติแพทย์ จำนวน 3 คน

เกณฑ์การคัดเลือกเข้าศึกษา (Inclusion criteria) คือ มีประสบการณ์ทำงานอย่างน้อย 1 ปี ยินยอมและสมัครเข้าร่วมการศึกษาค้างนี้

เกณฑ์การคัดออกศึกษา (Exclusion criteria) ยกเลิกการเข้าร่วมศึกษาภายหลังเข้าร่วมการศึกษาค้างแล้ว

2. หญิงตั้งครรภ์ ที่มาใช้บริการฝากครรภ์ที่คลินิกสูติรีเวช และมีภาวะเจ็บครรภ์คลอดก่อนกำหนด ที่รับการรักษาที่ห้องคลอด โรงพยาบาลบรบือ คัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจงตามเกณฑ์ การคัดเลือกได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน

เกณฑ์การคัดเลือกเข้าศึกษา (Inclusion criteria) คือ 1) หญิงตั้งครรภ์ที่มาฝากครรภ์รายใหม่ 2) อายุครรภ์น้อยกว่า 12 สัปดาห์ 3) มีภาวะเสี่ยงคลอดก่อนกำหนดข้อใดข้อหนึ่ง คือ มีประวัติ ได้แก่ เคยคลอดก่อนกำหนด เคยมีทารกตายในครรภ์หรือเสียชีวิตแรกเกิด เคยแท้งเอง เคยคลอดบุตรที่มีน้ำหนักมากกว่า 4,000 กรัมหรือน้อยกว่า 2,500 กรัม ภาวะครรภ์เป็นพิษในครรภ์ก่อน เคยผ่าตัดอวัยวะในระบบสืบพันธุ์ ประวัติครรภ์ปัจจุบัน ได้แก่ ครรภ์แฝด อายุครรภ์น้อยกว่า 17 ปี อายุมากกว่า 35 ปี มีเลือดออกทางช่องคลอด มีก้อนในอุ้งเชิงกราน ประวัติทางอายุรกรรม ได้แก่ โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคไทรอยด์ โรคหัวใจ โรคหอบหืด ติดยาเสพติด ติดสุรา โลหิตจาง การติดเชื้อ เช่น Bacterial vaginosis หนองใน ซิฟิลิส ติดเชื้อทางเดินปัสสาวะ 4) มีโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟนในการติดต่อสื่อสารและใช้แอปพลิเคชันได้ 5) หญิงตั้งครรภ์ยินยอมและสมัครเข้าร่วมในการศึกษาในครั้งนี้

เกณฑ์การคัดออกศึกษา (Exclusion criteria) คือ หญิงตั้งครรภ์ยุติการตั้งครรภ์ ในระหว่างการตั้งครรภ์หรือหญิงตั้งครรภ์ยกเลิกการเข้าร่วมศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ การพัฒนารูปแบบการป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนด และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การพัฒนารูปแบบการป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนด มีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

ระยะที่ 1 ศึกษาสภาพปัญหา วิเคราะห์สถานการณ์ภาวะคลอดก่อนกำหนด ทบทวนการปฏิบัติในปัจจุบัน และสรุปประเด็นปัญหาสู่การพัฒนา

ระยะที่ 2 พัฒนารูปแบบบริการป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนดในหญิงตั้งครรภ์ ออกแบบและพัฒนา รูปแบบ นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์สภาพปัญหาความต้องการ โดยการทบทวนวรรณกรรม ใช้หลักฐานเชิงประจักษ์มาปรับให้เหมาะสมกับบริบท ตั้งแต่การดูแลในระยะตั้งครรภ์ โดยการคัดกรองประเมินภาวะเสี่ยงให้ควมรู้ เฝ้าระวังภาวะคลอดก่อนกำหนด ติดตามเยี่ยมเชิงรุก การวางแผนจำหน่ายในห้องคลอด และติดตามหลังจำหน่าย จัดทำเป็นคู่มือรูปแบบบริการป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนดในหญิงตั้งครรภ์ โรงพยาบาลบรบือ

ระยะที่ 3 นำรูปแบบบริการป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนดในหญิงตั้งครรภ์มาทดลองใช้ในคลินิกสูติรีเวช และงานการพยาบาลผู้คลอด โรงพยาบาลบรบือ ดังนี้

1. คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างหญิงตั้งครรภ์ที่มาฝากครรภ์ที่คลินิกสูติรีเวช แบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) ตามเกณฑ์ในการคัดเลือกเข้าศึกษา (Inclusion criteria) จำนวน 50 คน

2. ผู้วิจัยแนะนำตัวกับหญิงตั้งครรภ์ เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์การดำเนินการวิจัยและพินิจสิทธิให้ทราบ พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการวิจัย เมื่อหญิงตั้งครรภ์ให้ความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยเริ่มปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้ มีดังนี้

- 2.1 ให้หญิงตั้งครรภ์เข้า Line OA เพื่อเป็นช่องทางให้ความรู้และติดต่อสื่อสาร
- 2.2 ให้หญิงตั้งครรภ์ทำแบบวัดความรู้ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ข้อมูลทั่วไปหญิงตั้งครรภ์ แบบวัดความรู้ภาวะเจ็บครรภ์คลอดก่อนกำหนด แบบวัดพฤติกรรมป้องกันการคลอดก่อนกำหนด
- 2.3 ตรวจปัสสาวะเพื่อประเมินภาวะติดเชื้อทางเดินปัสสาวะและตรวจภายในเพื่อประเมินภาวะ Vaginitis
- 2.4 พบแพทย์ประเมินความยาวของปากมดลูก หากผิดปกติจะได้รับยา Utrogestan
- 2.5 ติดตามความเสี่ยงต่อ Preterm labor วันที่สามารถคลอดได้ อาการเสี่ยงต่อการคลอดก่อนกำหนด ที่ต้องรับมาโรงพยาบาล เบอร์โทรศัพท์ที่ติดต่อเจ้าหน้าที่หน้าสมุติสุขุม
- 2.6 ให้ความรู้แบบ Brain base learning (BBL) 2 ครั้ง เรื่องภาวะเจ็บครรภ์คลอดก่อนกำหนด และอาการเสี่ยงต่อการคลอดก่อนกำหนด
- 2.7 ให้ความรู้ผ่าน Line OA เกี่ยวกับภาวะคลอดก่อนกำหนด ภาวะเจ็บครรภ์คลอดก่อนกำหนด พฤติกรรมป้องกันการคลอดก่อนกำหนด และอาการเสี่ยงต่อการคลอดก่อนกำหนดที่ต้องรับมาโรงพยาบาล
- 2.8 หญิงตั้งครรภ์ที่มีประวัติคลอดก่อนกำหนดและปากมดลูกสั้น ประเมินสุขภาพทารกในครรภ์ ด้วยเครื่อง non stress test (NST) เมื่ออายุครรภ์ 32-36 สัปดาห์
- 2.9 แจกคู่มือการดูแลสุขภาพที่บ้านเพื่อป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนดในรูปแบบ E-book
3. ให้หญิงตั้งครรภ์ทำแบบประเมินความพึงพอใจต่อรูปแบบบริการป้องกันการคลอดก่อนกำหนดและ ทำแบบวัดความรู้และพฤติกรรมป้องกันการคลอดก่อนกำหนด
4. หญิงตั้งครรภ์มีภาวะเจ็บครรภ์คลอดก่อนกำหนด และได้เข้ารับการรักษาที่ห้องคลอด มีการวางแผนจำหน่าย ให้ความรู้ตามรูปแบบ Brain base learning (BBL) การติดตามเยี่ยมหลังจำหน่ายผ่าน Line OA และติดตามเยี่ยมบ้าน รวมทั้งการติดตามมาฝากครรภ์ต่อเนื่อง

ระยะที่ 4 การศึกษาผลการใช้รูปแบบบริการป้องกันการคลอดก่อนกำหนดในหญิงตั้งครรภ์ด้วยการประเมินความรู้และพฤติกรรมป้องกันการคลอดก่อนกำหนด อุบัติการณ์เจ็บครรภ์คลอดก่อนกำหนด อุบัติการณ์คลอดก่อนกำหนด ประเมินความพึงพอใจของหญิงตั้งครรภ์ และประเมินความพึงพอใจของทีมสหวิชาชีพ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ประกอบด้วยแบบวัดความรู้ ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของหญิงตั้งครรภ์ จำนวน 7 ข้อ ได้แก่ อายุ ลักษณะครอบครัว ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ จำนวนการตั้งครรภ์ และภาวะเสี่ยงต่อการคลอดก่อนกำหนด

ส่วนที่ 2 แบบวัดความรู้ภาวะเจ็บครรภ์คลอดก่อนกำหนด จำนวน 10 ข้อ ลักษณะการตอบคำถามเป็น “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” มีทั้งคำถามทางบวกและทางลบ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน จากนั้น แปลผลโดยใช้การแบ่งระดับคะแนนแบบเกนท์ อ้างอิงตามหลักการ Learning for Mastery ของ Bloom⁽⁵⁾ คำนวณค่าเป็นร้อยละ แบ่งเป็น 3 ระดับ จากคำถาม 10 ข้อ มีคะแนนเต็ม 10 คะแนน จัดระดับคะแนนได้ดังนี้ ระดับต่ำ คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 60 (0-5 คะแนน) ระดับปานกลาง คะแนนร้อยละ 60-79 (6-7 คะแนน) และระดับสูง คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป (8-10 คะแนน)

ส่วนที่ 3 แบบวัดพฤติกรรมป้องกันการคลอดก่อนกำหนด จำนวน 10 ข้อ คำตอบเป็นแบบมาตราวัดประเมินค่า Rating scale แบ่งเป็น 5 ระดับ ระดับ 1 ไม่มีพฤติกรรมนั้นเลย ถึงระดับ 5 มีพฤติกรรมมากที่สุด แปลผลคะแนนเฉลี่ย 50 คะแนน แบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้ ระดับต่ำ น้อยกว่าร้อยละ 60 (ต่ำกว่า 30 คะแนน) ระดับปานกลาง คะแนนร้อยละ 60-79 (30-39 คะแนน) และระดับสูงคะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป (40-50 คะแนน)

1. แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้รับบริการต่อรูปแบบบริการป้องกันการคลอดก่อนกำหนด ในหญิงตั้งครรภ์ 10 ข้อ คำตอบเป็นแบบมาตราวัดประเมินค่า rating scale แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ 1 = พึงพอใจน้อยที่สุด ถึง 5 = พึงพอใจมากที่สุด ประเมินผลด้วยการหาค่าเฉลี่ย โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้ ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00

หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง พึงพอใจมาก ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง พึงพอใจน้อย และค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

2. แบบสอบถามความพึงพอใจของบุคลากรทีมสุขภาพต่อรูปแบบบริการป้องกันการคลอดก่อนกำหนด 10 ข้อ คำตอบเป็นแบบมาตรวัดประเมิณค่า rating scale แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ 1 = พึงพอใจน้อยที่สุด ถึง 5 = พึงพอใจมากที่สุด ประเมินผลด้วยการหาค่าเฉลี่ย โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้ ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง พึงพอใจมาก ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง พึงพอใจน้อย และค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

3. แบบติดตามการเยี่ยมเชิงรุกขณะฝากครรภ์และหลังจำหน่าย ประกอบด้วยข้อมูล 5 ข้อ คือ ชื่อ สกุล ภาวะเสี่ยงขณะตั้งครรภ์ อาการผิดปกติ การรับประทานยา การนับลูกดิ้น

4. แบบประเมินผลลัพธ์การใช้รูปแบบบริการป้องกันการคลอดก่อนกำหนด

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

การทดสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา⁽⁶⁾ (Content validity index: CVI) พิจารณาความตรงของเนื้อหาให้ครอบคลุม ภาษาที่ใช้และความสอดคล้องของข้อคำถาม โดยการนำ 1) แบบวัดความรู้การคลอดก่อนกำหนด 2) แบบวัดพฤติกรรมป้องกันการคลอดก่อนกำหนด 3) แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้รับบริการต่อรูปแบบบริการป้องกันการคลอดก่อนกำหนด 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของบุคลากรทีมสุขภาพต่อรูปแบบบริการป้องกันการคลอดก่อนกำหนด โดยผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ได้แก่ สูติแพทย์ 2 ท่าน และพยาบาลที่จบเฉพาะทางการพยาบาลสตรีตั้งครรภ์เสี่ยงสูง 1 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องของภาษาและความครอบคลุมของเนื้อหา ได้ค่า CVI เท่ากับ 1 นำแบบสอบถามไปทดลองใช้ (Try-Out) กับหญิงตั้งครรภ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับประชากรที่ศึกษา จำนวน 30 ราย นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาความเที่ยงของเครื่องมือ แบบคูเดอร์-ริชาร์ดสัน แบบวัดความรู้การคลอดก่อนกำหนดใช้สูตร KR-20 และแบบวัดพฤติกรรมป้องกันการคลอดก่อนกำหนดใช้สูตร KR-21⁽⁶⁾ ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเท่ากับ 0.82, 0.80 ตามลำดับ แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ให้บริการและผู้รับบริการต่อรูปแบบบริการป้องกันการคลอดก่อนกำหนด วิเคราะห์หาความเที่ยงของเครื่องมือโดยใช้สัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค⁽⁶⁾ ได้เท่ากับ 0.86 และ 0.82 ตามลำดับ

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ Paired T-test ที่ระดับนัยสำคัญ 5%

จริยธรรม

1. ผู้วิจัยนำเสนอโครงร่างวิจัยแก่คณะกรรมการจริยธรรมของโรงพยาบาลบรบือ เพื่อพิจารณาความเห็นชอบ
2. การศึกษาครั้งนี้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในคน เลขที่ 36/2566 รับรองระหว่างวันที่ 8 ธันวาคม 2566 ถึง 7 ธันวาคม 2567 เมื่อได้รับอนุมัติให้ดำเนินการวิจัยในโรงพยาบาลแล้ว ผู้วิจัยอธิบายวัตถุประสงค์วิธีการ ขั้นตอนการเข้าร่วมวิจัยต่อหญิงตั้งครรภ์ การเข้าร่วมการวิจัยไม่มีผลกระทบต่อการใช้บริการฝากครรภ์และการดูแลรักษาในห้องคลอด

ผลการศึกษา

1. การศึกษาสภาพปัญหาพบว่า หญิงตั้งครรภ์ที่มีภาวะคลอดก่อนกำหนด คือ หญิงตั้งครรภ์และครอบครัวขาดความรู้ในการดูแลตนเอง ขาดการตระหนักถึงอันตราย เมื่อมีอาการผิดปกติไม่รีบมาโรงพยาบาล ทำให้ได้รับการดูแลรักษาล่าช้า รวมทั้งขาดช่องทางการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ที่สะดวกรวดเร็ว ในรายที่ได้รับการรักษาภาวะเจ็บครรภ์คลอดก่อนกำหนด เมื่อมีอาการผิดปกติไม่รีบกลับมาพบแพทย์ เมื่อมาถึงโรงพยาบาลปากมดลูกเปิดมากกว่า 3 เซนติเมตร ซึ่งไม่สามารถยับยั้งการคลอดได้สำเร็จ

2. การพัฒนารูปแบบบริการป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนดในหญิงตั้งครรภ์ได้รูปแบบ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รูปแบบบริการป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนดในหญิงตั้งครรภ์โรงพยาบาลบรบือ

รูปแบบ	กิจกรรมบริการ
การคัดกรอง	- คัดกรองภาวะเสี่ยงต่อการคลอดก่อนกำหนด ครั้งที่มาฝากครรภ์ เข้ากลุ่ม Line OA - ทำแบบวัดความรู้และพฤติกรรมป้องกันภาวะครรภ์คลอดก่อนกำหนด - ตรวจปัสสาวะและตรวจภายในเพื่อประเมินการติดเชื้อ - GA 15 สัปดาห์ Case Previous preterm พบแพทย์เพื่อรับยา Utrogestan - GA 18-22+6 สัปดาห์ พบแพทย์ U/S ดูความสมบูรณ์ของทารกและวัดความยาวปากมดลูก TACL <3.0 cm. หรือ TVCL <2.5 cm. รับยา Utrogestan
การให้ความรู้และการเฝ้าระวัง	- GA 30-32 สัปดาห์ ตรวจปัสสาวะเพื่อประเมินภาวะติดเชื้อทางเดินปัสสาวะ - Case Previous preterm และหญิงตั้งครรภ์ที่มีปากมดลูกสั้น ประเมินสุขภาพทารกในครรภ์ ด้วยเครื่อง Non stress test (NST) เมื่ออายุครรภ์ 32-37 สัปดาห์ - ติดสติ๊กเกอร์ HR อาการเตือนภาวะคลอดก่อนกำหนดที่ต้องรีบมาพบแพทย์ และกำหนดวันที่สามารถคลอดได้ รวมถึงช่องทางการติดต่อเจ้าหน้าที่กรณีฉุกเฉินหาสมาคมผู้ - ติดป้ายเตือนอาการเสี่ยงต่อการคลอดก่อนกำหนดในชุมชน - แจกคู่มือการดูแลสุขภาพที่บ้านเพื่อป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนดรูปแบบ E-book
การติดตามเยี่ยมเชิงรุก	- ติดตามเยี่ยมเชิงรุก 3 ครั้ง โดยโทรสอบถามหรือเยี่ยมผ่าน Line OA - ครั้งที่ 1 อายุครรภ์ 13-24 สัปดาห์ - ครั้งที่ 2 อายุครรภ์ 25-30 สัปดาห์ - ครั้งที่ 3 อายุครรภ์ 31-40 สัปดาห์
การวางแผนจำหน่ายและติดตามหลังจำหน่าย	- การวางแผนจำหน่ายในท้องคลอด - โทรติดตามเยี่ยมและติดตามอาการผ่าน Line OA ทุกวันหลังจำหน่าย 1 สัปดาห์ - ตามแบบฟอร์มการติดตามเยี่ยมต่อเนื่องที่บ้าน - ติดตามดูแลแบบบันทึกการหดตัวของมดลูกและการนับลูกตื่นผ่าน Line OA - นัดฝากครรภ์ 1 สัปดาห์หลังจำหน่าย และตรวจสุขภาพทารกด้วยเครื่อง Non stress test (NST) - ติดตามและบันทึกการใช้รูปแบบบริการป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนด

3. ผลของรูปแบบบริการป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนดในหญิงตั้งครรภ์โรงพยาบาลบรบือ

3.1 ข้อมูลทั่วไป หญิงตั้งครรภ์ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 20-34 ปี ร้อยละ 48 อยู่ร่วมกับบิดามารดาและสามี ร้อยละ 56 จบระดับมัธยมศึกษา ร้อยละ 52 ประกอบอาชีพแม่บ้าน ร้อยละ 30 รายได้ของครอบครัว 10,000-20,000 บาท/เดือน ร้อยละ 40 ตั้งครรภ์แรก ร้อยละ 46 มีประวัติคลอดก่อนกำหนด ร้อยละ 6 ประวัติแท้งเอง ร้อยละ 20 ภาวะครรภ์เป็นพิษในครรภ์ก่อน ร้อยละ 0.5 ประวัติผ่าตัดคลอด ร้อยละ 35 ประวัติปัจจุบัน อายุต่ำกว่า 17 ปี ร้อยละ 12 อายุมากกว่า 35 ปี ร้อยละ 25 มีเลือดออกทางช่องคลอด ร้อยละ 14 ประวัติทางอายุรกรรม โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคไทรอยด์ ร้อยละ 10 ใช้สารเสพติด ร้อยละ 6 โลหิตจาง ร้อยละ 30 และการติดเชื้อทางเดินปัสสาวะ ร้อยละ 10

3.2 ความรู้ภาวะคลอดก่อนกำหนดพบว่า หลังให้ความรู้หญิงตั้งครรภ์มีความรู้โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=9.57$, $SD=0.50$) ความรู้มากที่สุด ได้แก่ หากมีประวัติคลอดก่อนกำหนด จะมีโอกาสคลอดก่อนกำหนดได้อีก การเจ็บครรภ์ก่อนกำหนด เป็นสาเหตุทำให้ทารกคลอดก่อนกำหนด ทารกที่คลอดก่อนกำหนดจะมีน้ำหนักตัวน้อย และมีปัญหาเรื่องการหายใจ หากเปรียบเทียบความรู้ก่อนและหลังใช้รูปแบบพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p\text{-value} < 0.001$ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบความรู้ก่อนและหลังใช้รูปแบบบริการป้องกันการคลอดก่อนกำหนดในหญิงตั้งครรภ์
โรงพยาบาลบรบือ (n=50)

ความรู้เกี่ยวกับภาวะคลอดก่อนกำหนด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	p-value
ก่อนใช้รูปแบบ	8.08	1.10	
หลังใช้รูปแบบ	9.57	0.50	
ความรู้ที่เพิ่มขึ้น	1.49	0.60	<0.001

3.3 พฤติกรรมป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนดหลังใช้รูปแบบภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=47.30$, $SD=1.86$) พฤติกรรมมากที่สุด คือ การมาฝากครรภ์ตามนัด ทานกินยาเสริมธาตุเหล็ก ไอโอดีน และกรดโฟลิกทุกวัน เมื่อมีอาการผิดปกติ เช่น ท้องป็นแข็ง หรือมีเลือดออกทางช่องคลอด ท่านจะมาตรวจก่อนนัด เมื่อใช้สถิติพบว่า พฤติกรรมการปฏิบัติตัวในการป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนด ก่อนและหลังการใช้รูปแบบ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ p-value <0.001 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบพฤติกรรมป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนดก่อนและหลังการใช้รูปแบบ (n=50)

พฤติกรรมป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	p-value
ก่อนใช้รูปแบบ	30.02	2.68	
หลังใช้รูปแบบ	47.30	1.86	
พฤติกรรมที่ดีขึ้น	17.28	0.82	<0.001

4. การประเมินความพึงพอใจของหญิงตั้งครรภ์ต่อรูปแบบบริการป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนด ในหญิงตั้งครรภ์โรงพยาบาลบรบือ ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}= 4.50$, $SD=0.60$) เมื่อพิจารณาแต่ละประเด็นพบว่า หญิงตั้งครรภ์มีความพึงพอใจมากที่สุดต่อการให้บริการของบุคลากรและรูปแบบการให้ความรู้ ($\bar{X}= 4.50$) รองลงมา คือ การติดตามเยี่ยมเชิงรุก ($\bar{X}= 4.45$) ช่องทางติดต่อเจ้าหน้าที่ ($\bar{X}= 4.38$) และขั้นตอนการให้บริการ ($\bar{X}= 4.38$) ตามลำดับ

5. ความพึงพอใจของทีมสหวิชาชีพต่อรูปแบบบริการป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนดในหญิงตั้งครรภ์ โรงพยาบาลบรบือ ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}= 4.46$, $SD=0.58$) เมื่อพิจารณาแต่ละประเด็นพบว่า บุคลากรมีความพึงพอใจมากที่สุด สื่อในการให้ความรู้ ($\bar{X}=4.50$) รองลงมา คือ รูปแบบบริการสอดคล้องกับบริบทของหน่วยงาน และการติดตาม ($\bar{X}=4.43$) ตามลำดับ

6. ผลลัพธ์การพัฒนารูปแบบบริการป้องกันการคลอดก่อนกำหนดในหญิงตั้งครรภ์ เปรียบเทียบผลการพัฒนา ก่อนและหลังพบว่า ภาวะเจ็บครรภ์คลอดก่อนกำหนดลดลงจาก ร้อยละ 30 เหลือร้อยละ 14 การกลับมารักษาซ้ำ ลดลงจากร้อยละ 53.33 เหลือร้อยละ 14.28 และหญิงตั้งครรภ์คลอดครบกำหนดเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 88 เป็นร้อยละ 100 ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบผลการพัฒนา ก่อนและหลังการใช้รูปแบบบริการป้องกันการคลอดก่อนกำหนดในหญิงตั้งครรภ์โรงพยาบาลบรบือ (n=50)

ผลการพัฒนา	ก่อนการพัฒนา	หลังการพัฒนา
1. ร้อยละหญิงตั้งครรภ์ที่มีภาวะเจ็บครรภ์คลอดก่อนกำหนด	30.00	14.00
2. ร้อยละหญิงตั้งครรภ์กลับมารักษาซ้ำด้วยภาวะเจ็บครรภ์คลอดก่อนกำหนด	53.33	14.28
3. ร้อยละหญิงตั้งครรภ์คลอดครบกำหนด	88.00	100.00

วิจารณ์

การพัฒนาารูปแบบบริการป้องกันการคลอดก่อนกำหนดในหญิงตั้งครรภ์ โรงพยาบาลบรบือ ประกอบด้วย การคัดกรอง การให้ความรู้ การเฝ้าระวัง การติดตามเยี่ยมเชิงรุก การวางแผนจำหน่ายในท้องคลอด และติดตามหลังจำหน่าย ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ล้วนเป็นรูปแบบบริการป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนดที่ครอบคลุม เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการดูแลและป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนด ตั้งแต่การฝากครรภ์จนถึงกระบวนการจำหน่ายออกจากท้องคลอด ทีมสหวิชาชีพสามารถนำรูปแบบบริการไปปฏิบัติได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพ และส่งผลลัพธ์ที่ดีในการให้บริการและดูแลหญิงตั้งครรภ์ที่มีภาวะเสี่ยงต่อการคลอดก่อนกำหนด ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยความรู้และพฤติกรรมป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนดหลังการใช้รูปแบบ มีคะแนนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาของ ธิติพร สุวรรณอำภา และทัศนีย์วรรณ พุกษามะธานันท์⁽⁷⁾ ศึกษาผลของโปรแกรมการให้ความรู้โดยใช้โมบายแอปพลิเคชันต่อความรู้ด้านสุขภาพของสตรีตั้งครรภ์ ผลการวิจัยพบว่า ภายหลังการทดลองกลุ่มทดลองมีความรู้ด้านสุขภาพสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การศึกษาของอติยา สุวรรณสาร และนิลุบล รุจิระประเสริฐ⁽⁸⁾ ศึกษาเรื่องการรับรู้และพฤติกรรมป้องกันภาวะเจ็บครรภ์คลอดก่อนกำหนดซ้ำในหญิงตั้งครรภ์หลังจำหน่ายออกจากโรงพยาบาล พบว่า การรับรู้ภาวะเจ็บครรภ์คลอดก่อนกำหนดของหญิงตั้งครรภ์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับพฤติกรรมป้องกันภาวะเจ็บครรภ์คลอดก่อนกำหนดซ้ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังนั้นการส่งเสริมความรู้เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ช่วยให้หญิงตั้งครรภ์ มีความรู้และพฤติกรรมปฏิบัติตัว เพื่อป้องกันการคลอดก่อนกำหนดเพิ่มขึ้น ส่งผลให้การเจ็บครรภ์คลอดก่อนกำหนดลดลง การกลับมารักษาลดลงและการคลอดครบกำหนดเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของกัลยา กิตติมา⁽⁹⁾ ศึกษาผลการพัฒนารูปแบบการเฝ้าระวัง และติดตามหญิงตั้งครรภ์ที่มีภาวะเสี่ยงคลอดก่อนกำหนดโดยใช้แอปพลิเคชัน หญิงตั้งครรภ์มีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่งผลให้มีภาวะเจ็บครรภ์คลอดก่อนกำหนดลดลง และมีอัตราการกลับมารักษาลดลง สอดคล้องกับการศึกษาของพรศิริ เสนอิริและคณะ⁽¹⁰⁾ ศึกษาการพัฒนารูปแบบการพยาบาลเพื่อป้องกันการคลอดก่อนกำหนด โดยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นมี 6 องค์ประกอบ คือ การคัดกรองปัจจัยเสี่ยง การประสานสูติแพทย์ การใช้แนวปฏิบัติ การพยาบาลเพื่อป้องกันการคลอดก่อนกำหนด การวางแผนจำหน่ายโดยใช้หลัก METHOD การติดตามต่อเนื่องที่บ้าน และการให้ความรู้โดยสามีและญาติมีส่วนร่วม ส่งผลให้การคลอดก่อนกำหนดน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับการพยาบาลแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับชลทิชา รักษาทำ และคณะ⁽¹¹⁾ ได้ศึกษาพัฒนาและใช้แนวปฏิบัติการดูแลสตรีตั้งครรภ์ที่มีภาวะเจ็บครรภ์คลอดก่อนกำหนดอย่างต่อเนื่อง พบว่าหญิงตั้งครรภ์ที่ใช้แนวปฏิบัติมีอัตราการกลับมารักษาลดลง ร้อยละ 20 และคลอด ร้อยละ 33.3 กลุ่มที่ใช้แนวปฏิบัติสามารถตั้งครรภ์ได้ครบกำหนด แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการดูแลปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุป

จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การคัดกรอง การให้ความรู้ การเฝ้าระวัง การติดตามเยี่ยมเชิงรุก การวางแผนจำหน่ายในท้องคลอด และติดตามหลังจำหน่าย ช่วยให้หญิงตั้งครรภ์มีความรู้ความเข้าใจสามารถปฏิบัติตัวได้อย่างถูกต้อง ส่งผลให้ลดภาวะเจ็บครรภ์คลอดก่อนกำหนด หรือเมื่อมีอาการผิดปกติสามารถมาโรงพยาบาลได้ทันเวลา ทำให้การรักษาได้ทันเวลาที่ ส่งผลทารกคลอดครบกำหนด ลูกเกิดรอด แม่ปลอดภัย

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ควรมีการศึกษาผลของการพัฒนารูปแบบบริการป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนดอย่างต่อเนื่องและควรมีการขยายผลการวิจัยไปสู่โรงพยาบาลลูกข่าย เพื่อให้มีการใช้รูปแบบบริการป้องกันภาวะคลอดก่อนกำหนดอย่างเป็นระบบ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณนายแพทย์กัมพล เอี่ยมเกื้อกุล ผู้อำนวยการโรงพยาบาลบรบือ ที่ให้การผลักดันและสนับสนุนการทำวิจัย ขอขอบคุณพยาบาลวิชาชีพคลินิกสูติรีเวช ห้องคลอด และสูติแพทย์ที่ร่วมกันพัฒนา

รูปแบบบริการป้องกันการคลอดก่อนกำหนดในหญิงตั้งครรภ์ และขอบคุณหญิงตั้งครรภ์ทุกรายที่ให้ความร่วมมือในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Walani SR. Global burden of preterm birth. *Int J Gynaecol Obstet.* 2020;150(1):31-33.
2. Department of health (TH), Health Promotion Division. Annual report 2022. Nonthaburi: Ministry of Public Health; 2022. (in Thai)
3. Department of Health (TH), Bureau of Reproductive Health. National Reproductive Health Development Policy and Strategy, No. 2. [Internet]. Nonthaburi: Ministry of Public Health; 2016 [cited 2023 Nov 2]. 61 p. Available from: <https://rh.anamai.moph.go.th/th/download-03> (in Thai)
4. The Committee for the Operation of Maternal and Child Health in Borabue District. Report on the Operation of Maternal and Child Health. Maha Sarakham: Borabue Hospital; 2023 (in Thai)
5. Bloom BS. Learning for mastery'. Evaluation comment. Center for the study of instruction program. University of California at Los Angeles. 1986;2:47-62.
6. Meehanpong P, Chatdokmaiprai K. Assessing Quality of research instrument in nursing research. *Journal of The Royal Thai Army Nurses.* 2018;19(1):9-15. (in Thai)
7. Suwanampa T, Purksametanan T. Effects of a Mobile Application-Based Health Education Program on Health Literacy in Pregnant Women. *Journal of Thailand Nursing and Midwifery Council.* 2023;38(1):98-111. (in Thai)
8. Suwansan A, Rujiraprasert N. Perception and preventive behaviors of recurrent preterm labor among pregnant women after hospital discharge. *Journal of Nursing and Health Care.* 2019;37(2):93-102. (in Thai)
9. Kitima K. Effect of developing a surveillance and monitoring model for pregnant women at risk of preterm birth using a line application. *Phrae Medical Journal and Clinical Sciences* 2023;31(2):60-74. (in Thai)
10. Santhiri P, Srisong S, Pomprakai R, Permchat M. Development of the Nursing model for pregnant woman to prevent preterm labor. *Journal of Nursing and Health Care.* 2016;34(2): 164-73 (in Thai)
11. Raksatham C, Kasiphol T, Khungtumneam K. The Practiced Guideline for continuous care of pregnant women with preterm labor. *Royal Thai Army Nursing Journal.* 2018;19:348-56. (in Thai)

ความชุกของเชื้อดื้อยาโคลิสตินที่แยกได้จากสิ่งส่งตรวจของผู้ป่วย ที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลราชบุรี ระหว่างปี พ.ศ. 2563-2567

อรนุช กุศลพลาเลิศ

โรงพยาบาลราชบุรี

DOI: 10.14456/jrpsi.2026.10

Received: August 3, 2025 | Revised: February 10, 2026 | Accepted: February 13, 2026

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีรายงานการพบแบคทีเรียดื้อยาโคลิสตินเพิ่มมากขึ้นทั่วโลก ซึ่งรวมถึงประเทศไทยด้วย จากสถานการณ์ดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาความชุกของเชื้อแบคทีเรียดื้อยาโคลิสตินในโรงพยาบาลราชบุรี โดยทำการศึกษาค้นคว้าย้อนหลังตั้งแต่ปี พ.ศ. 2563-2567 และได้จำแนกเชื้อออกเป็นสามกลุ่ม คือ เชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน *Acinetobacter baumannii* ที่ดื้อต่อยาโคลิสตินและ Enterobacterales ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน พบว่าเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ดื้อต่อยาโคลิสตินมีแนวโน้มลดลง แต่ขณะที่เชื้อ *Acinetobacter baumannii* ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน และ Enterobacterales ที่ดื้อต่อยาโคลิสตินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จากการศึกษาสาเหตุที่เชื้อดื้อยาโคลิสตินลดลงในเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* และเพิ่มขึ้นในเชื้อ *Acinetobacter baumannii* และ Enterobacterales เป็นเรื่องของปัจจัยการใช้ยาโคลิสตินเมื่อศึกษาโดยแยกเชื้อตามประเภทของสิ่งส่งตรวจ พบเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน *Acinetobacter baumannii* ที่ดื้อต่อยาโคลิสตินสูงมากในตัวอย่างเสมหะ ในขณะที่เชื้อ Enterobacterales ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน พบสูงสุดในตัวอย่างปัสสาวะสอดคล้องกับภาวะแวดล้อมที่พบเชื้อนั้น ๆ และเมื่อศึกษาโดยแยกเชื้อที่ตรวจพบแยกประเภทตามแผนกพบว่า *Pseudomonas aeruginosa* ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน และ Enterobacterales ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน พบในแผนกอายุรกรรมและศัลยกรรมมากที่สุด ในขณะที่เชื้อ *Acinetobacter baumannii* ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน พบสูงสุดในแผนกไอซียู

การติดตามแนวโน้มการดื้อยาโคลิสตินของเชื้อก่อโรคมีความสำคัญอย่างยิ่งในการเฝ้าระวังและการป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อรวมถึงการใช้ยาอย่างเหมาะสม ดังนั้นทางโรงพยาบาลควรมีการหาอัตราการใช้ยาโคลิสตินในแต่ละปี และเปรียบเทียบแนวโน้มการใช้ยา เพื่อเป็นแนวทางกำหนดนโยบายการวางแผนและการตัดสินใจในการใช้ยาได้อย่างเหมาะสม

ติดต่อผู้พิมพ์: อรนุช กุศลพลาเลิศ

อีเมล: oranuch.k25@gmail.com

คำสำคัญ: ความชุก, แบคทีเรียดื้อยา, โคลิสติน

Prevalence of Colistin-resistant organisms isolated from specimens of patients admitted to Ratchaburi Hospital between the years 2020 and 2024

Oranuch Kusonparalert

Ratchaburi Hospital

Abstract

Currently, colistin-resistant bacteria are increasingly being reported around the world. which includes Thailand from such situation this made the researchers interested in studying the prevalence of colistin -resistant bacteria in Ratchaburi hospitals. By studying historical data during 2020-2024 and has classified the germs into three groups: *Pseudomonas aeruginosa* resistant to colistin, *Acinetobacter baumannii* resistant to colistin, and Enterobacterales resistant to colistin it was found that *Pseudomonas aeruginosa* resistant to colistin tended to decrease. But while *Acinetobacter baumannii* that are resistant to colistin, and Enterobacterales that are resistant to colistin are increasing, From a study of the reasons why colistin resistance decreased in *Pseudomonas aeruginosa* and increased in *Acinetobacter baumannii* and Enterobacterales It is a matter of factors in using colistin.

When studied by separating the microorganisms according to the type of specimen, it was found that *Pseudomonas aeruginosa* resistant to colistin and *Acinetobacter baumannii* resistant to colistin were found very high in sputum samples. While colistin -resistant Enterobacterales were most abundant in urine samples, this was consistent with the environmental conditions in which they were found. And when studying by separating the detected organisms by department, it was found that *Pseudomonas aeruginosa* resistant to colistin and Enterobacterales resistant to colistin were found the most in the internal medicine and surgery departments. While colistin-resistant *Acinetobacter baumannii* was most prevalent in ICUs.

Tracking trends in colistin resistance among pathogens is crucial for surveillance and prevention of infection spread, as well as for appropriate drug use. Therefore, the hospital should track the colistin usage rate each year and compare usage trends to guide the development of appropriate policies, planning, and decision-making regarding medication use.

Corresponding Author: Oranuch Kusonparalert **E-mail:** oranuch.k25@gmail.com

Keywords: Prevalence, drug resistant bacteria, colistin

บทนำ

ปัจจุบันมีรายงานการพบแบคทีเรียดื้อยาโคลิสตินเพิ่มมากขึ้นทั่วโลก ซึ่งรวมถึงประเทศไทยด้วย^{(1),(5)} หากเชื้อดื้อยาโคลิสตินเพิ่มมากขึ้น อาจส่งผลกระทบต่อผู้ป่วยในด้านการรักษาเนื่องจากการใช้ยาโคลิสตินอาจส่งผลกระทบต่อได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเกิดภาวะไตวายเฉียบพลันอันส่งผลกระทบต่อชีวิตผู้ป่วย นอกจากนี้ยังสิ้นเปลืองงบประมาณในการแยกผู้ป่วยที่ติดเชื้อดื้อยาจากผู้ป่วยทั่วไป ตลอดจนถึงเสียค่าใช้จ่ายขณะทำการหัตถการผู้ป่วยติดเชื้อดื้อยาเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ จากสถานการณ์ดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาความชุกของเชื้อแบคทีเรียดื้อยาโคลิสตินในโรงพยาบาลราชบุรี เพื่อให้ทราบข้อมูลแนวโน้มของการติดเชื้อแบคทีเรียดื้อยาโคลิสติน อันจะนำมาซึ่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์แก่เจ้าหน้าที่ในแผนกต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในโรงพยาบาลราชบุรี เพื่อใช้เป็นแนวทางปฏิบัติที่จะร่วมกันควบคุม ป้องกัน ไม่ให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อดื้อยาโคลิสตินอันส่งผลกระทบต่อชีวิตของผู้ป่วย

และควบคุมกำกับการใช้ยาอย่างเหมาะสม ลดอัตราการเสียชีวิต และลดค่าใช้จ่ายในการดูแลผู้ป่วยติดเชื้อดื้อยาโคลิสติน

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเชื้อดื้อยาโคลิสตินโดยแบ่งเชื้อออกเป็น 3 กลุ่ม อันได้แก่ เชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* (*P.aeruginosa*) เชื้อ *Acinetobacter baumannii* (*A. baumannii*) และ Enterobacterales ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน โดยทำการเก็บข้อมูลผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลราชบุรีและมีผลการเพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียในห้องปฏิบัติการ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2563 ถึง 31 ธันวาคม 2567 อนึ่ง ยาโคลิสติน (Colistin) หรือที่รู้จักในชื่อ โพลีมิกซินอี (Polymyxin E) เป็นยาปฏิชีวนะที่ใช้รักษาการติดเชื้อแบคทีเรียแกรมลบที่ดื้อยาหลายชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อที่ดื้อยาปฏิชีวนะอื่น ๆ กลไกการออกฤทธิ์ยาโคลิสตินออกฤทธิ์โดยการทำลายผนังเซลล์ของแบคทีเรีย ทำให้แบคทีเรียไม่สามารถเจริญเติบโตและแพร่กระจาย^{(2),(3),(4)}

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความชุกของเชื้อแบคทีเรียดื้อยาโคลิสตินในโรงพยาบาลราชบุรี โดยแยกตามกลุ่มของเชื้อแบคทีเรียที่พบตั้งแต่ปี 2563-2567
2. เพื่อทราบแนวโน้มและสถานการณ์ความรุนแรงของการติดเชื้อแบคทีเรียดื้อยาโคลิสตินในโรงพยาบาลราชบุรีในแต่ละปี

วัสดุและวิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบ Retrospective descriptive study เพื่อหาอัตราการตรวจพบของเชื้อ *P.aeruginosa* ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน *A. baumannii* ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน และ Enterobacterales ที่ดื้อต่อยาโคลิสตินที่แยกได้จากสิ่งส่งตรวจของผู้ป่วยในโรงพยาบาลราชบุรีย้อนหลังเป็นระยะเวลา 5 ปี ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2563 ถึง 31 ธันวาคม 2567 จำนวนทั้งหมด 21,730 isolates ซึ่งมีวิธีการ ดังนี้

1. ค้นหาข้อมูลย้อนหลังของเชื้อแบคทีเรีย *P.aeruginosa* ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน *A. baumannii* ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน และ Enterobacterales ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน จากสิ่งส่งตรวจทุกชนิดของผู้ป่วยที่ส่งตรวจเพาะเชื้อในแต่ละปี โดยเริ่มตั้งแต่ปี 2563-2567 จากโปรแกรม Microbiology Laboratory (MLAB)
2. นำข้อมูลของผู้ป่วยในแต่ละปีที่พบซ้ำกันโดยใช้ CASE ID ในการคัดออก ไม่นำมาวิเคราะห์
3. นำข้อมูลทั้งหมดของเชื้อมาทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม Excel และสถิติที่ใช้ คือ สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) แสดงค่าเป็นร้อยละ ซึ่งวิธีการวิเคราะห์ ดังนี้

3.1 นำข้อมูลของจำนวนของเชื้อดื้อยาที่ศึกษาที่ได้ในแต่ละปี มาคำนวณหาจำนวนร้อยละของแต่ละเชื้อที่มีผลทดสอบความไวต่อยาต้านจุลชีพทั้งหมด

3.2 นำข้อมูลจำนวนของเชื้อดื้อยาที่ศึกษาทั้งหมดตั้งแต่ปี 2563-2567 มาจำแนกตามประเภทชนิดของสิ่งส่งตรวจ เป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ เสมหะ (Sputum) ตัวอย่างเลือด (Hemoculture) หนอง (Pus/Swab) ปัสสาวะ (Urine) สารน้ำในร่างกาย (Body fluid) และตัวอย่างอื่น ๆ พร้อมทั้งแจกแจงอัตราความชุกที่พบเชื้อเป็นค่าร้อยละ และนำข้อมูลอัตราร้อยละมาสร้างแผนภูมิแท่ง

3.3 นำข้อมูลจำนวนของเชื้อดื้อยาที่ศึกษาทั้งหมดตั้งแต่ปี 2563-2567 มาจำแนกตามแผนกผู้ป่วยออกเป็น 9 กลุ่ม ได้แก่ อุกเขิน (ER) ผู้ป่วยนอก (OPD) อายุรกรรม ศัลยกรรม กุมาร สูติกรรม ไอซียู โรงพยาบาลอื่น ๆ และผู้ป่วยอื่น ๆ พร้อมทั้งแจกแจงอัตราความชุกที่พบเชื้อเป็นค่าร้อยละ และนำข้อมูลอัตราร้อยละมาสร้างแผนภูมิแท่ง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

นำข้อมูลการศึกษาความชุกของเชื้อแบคทีเรียดื้อยาโคลิสตินในแต่ละปีมาเป็นข้อมูลในการเฝ้าระวังด้านการควบคุมและป้องกันโรคติดเชื้อในโรงพยาบาล เพื่อใช้วางแผน กำหนดเป้าหมาย วางแนวทางปฏิบัติ และกำหนดมาตรการต่าง ๆ สำหรับการป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อแบคทีเรียดื้อยาโคลิสตินในโรงพยาบาลได้อย่างรวดเร็วทันการณ์และมีประสิทธิภาพ

ผลการศึกษา

จากการศึกษาข้อมูลย้อนหลังของสิ่งส่งตรวจผู้ป่วยที่ส่งมาเพาะเชื้อตั้งแต่ปี 2563-2567 จำนวน 21,730 isolates พบว่า

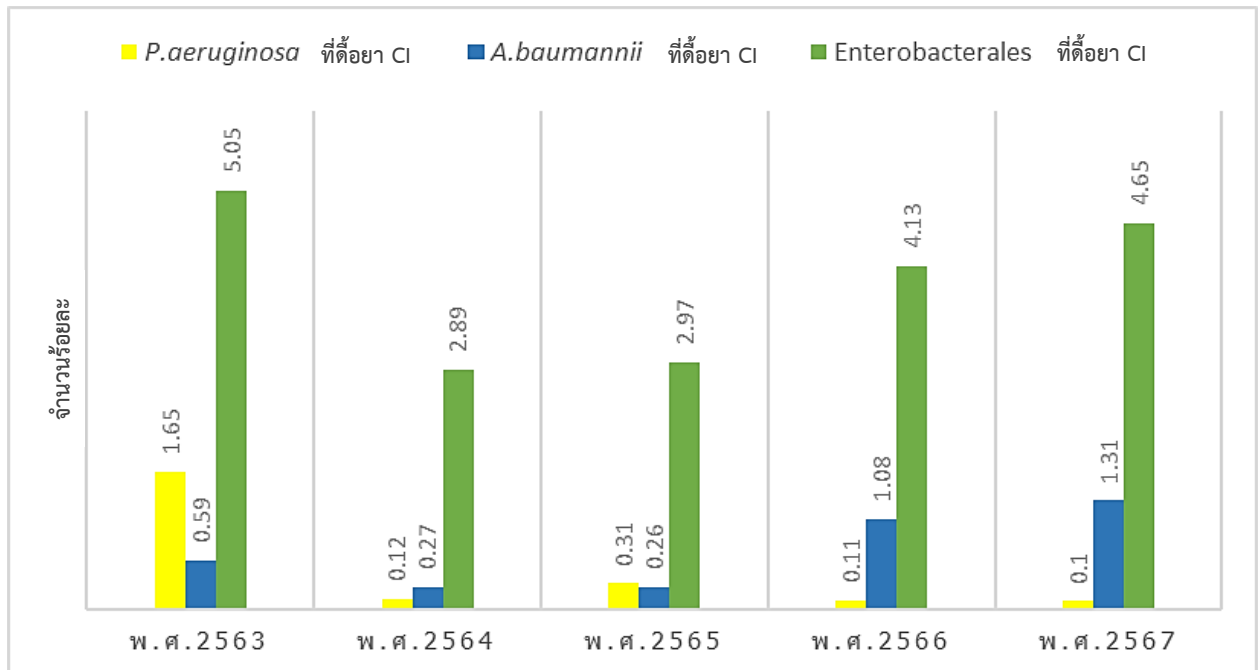
1. อัตราการพบเชื้อ *P.aeruginosa* ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน ตั้งแต่ปี 2563-2567 พบ 1.65% (14/848 isolates) 0.12% (1/855 isolates) 0.31% (3/958 isolates) 0.11% (1/938 isolates) และ 0.10% (1/1010 isolates) ตามลำดับ พบว่า อัตราการพบเชื้อ *P.aeruginosa* ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน พบสูงสุดในปี 2563 ก่อนจะปรับลดลงมาในปี 2564 ต่อมาในปี 2565 ปรับตัวสูงขึ้นกว่าปี 2564 เล็กน้อยและปรับลดลงมาเรื่อย ๆ ในปี 2566 และในปี 2567 ตามลำดับ

2. อัตราการพบเชื้อ *A. baumannii* ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน ตั้งแต่ปี 2563-2567 พบ 0.59% (4/673 isolates) 0.27% (2/745 isolates) 0.26% (2/759 isolates) 1.08% (5/463 isolates) และ 1.31% (9/687 isolates) ตามลำดับ พบว่า อัตราการพบเชื้อ *P.aeruginosa* ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน ตั้งแต่ปี 2563-2565 มีแนวโน้มลดลง แต่พบในปี 2566 ปรับตัวสูงขึ้นในปริมาณที่สูงกว่า 3 ปีที่ผ่านมาเกือบ 2 เท่า และปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในปี 2567

3. อัตราการพบเชื้อ Enterobacterales ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน ตั้งแต่ปี 2563-2567 พบ 5.05% (125/2474 isolates) 2.89% (73/2530 isolates) 2.97% (82/2760 isolates) 4.13% (121/2933 isolates) และ 4.65% (144/3097 isolates) ตามลำดับ พบว่า อัตราการพบเชื้อ Enterobacterales ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน พบสูงสุดในปี 2563 และในปี 2564 ปรับตัวลดลง ต่อมาในปี 2565-2567 พบว่า มีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการพบเชื้อดื้อยาโคลิสติน แต่ละชนิดในโรงพยาบาลราชบุรี ตั้งแต่ปี 2563-2567

เชื้อ	ปี 2563		ปี 2564		ปี 2565		ปี 2566		ปี 2567	
	Total	n(%)	Total	n(%)	Total	n(%)	Total	n(%)	Total	n(%)
<i>P. aeruginosa</i> ที่ดื้อยา Cl	848	14 (1.65)	855	1 (0.12)	958	3 (0.31)	938	1 (0.11)	1010	1 (0.10)
<i>A. baumannii</i> ที่ดื้อยา Cl	673	4 (0.59)	745	2 (0.27)	759	2 (0.26)	463	5 (1.08)	687	9 (1.31)
Enterobacterales ที่ดื้อยา Cl	2474	125 (5.05)	2530	73 (2.89)	2760	82 (2.97)	2933	121 (4.13)	3097	144 (4.65)



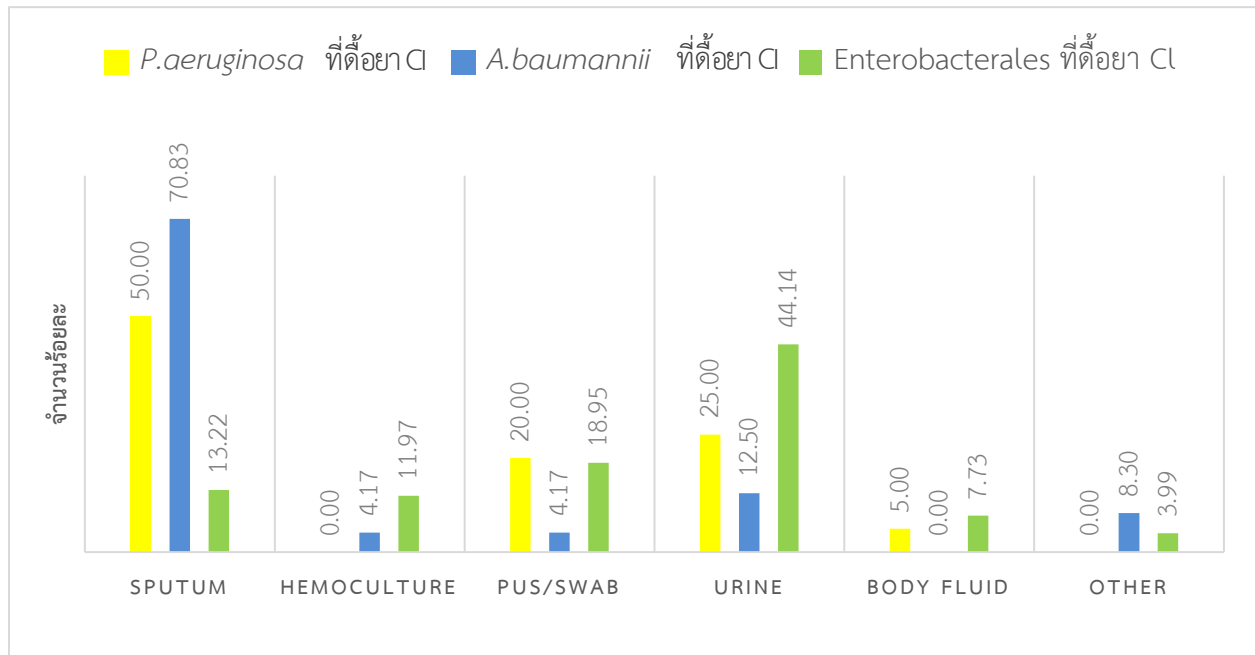
ภาพที่ 1 แสดงการพบเชื้อดื้อยาโคลิสตินแต่ละชนิดในโรงพยาบาลราชบุรี ตั้งแต่ปี 2563-2567

เมื่อทำการศึกษาโดยจำแนกตามชนิดของสิ่งส่งตรวจ พบว่า

1. เชื้อ *P. aeruginosa* ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน พบมากสูงสุดในตัวอย่างเสมหะ (50.00%) รองลงมา คือ ตัวอย่างปัสสาวะ (25.00%) และตัวอย่างหนอง (20.00%) ตามลำดับ
2. เชื้อ *A. baumannii* ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน พบมากสูงสุดในตัวอย่างเสมหะ (70.83%) รองลงมา คือ ตัวอย่างปัสสาวะ (12.50%) และตัวอย่างอื่น ๆ (8.30%) ตามลำดับ
3. เชื้อ Enterobacteriales ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน พบมากสูงสุดในตัวอย่างปัสสาวะ (44.14%) รองลงมา คือ ตัวอย่างหนอง (18.95%) และตัวอย่างเสมหะ (13.22%) ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2 และภาพที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงอัตราเชื้อดื้อยาโคลิสติน แต่ละชนิดที่ตรวจพบแยกตามประเภทสิ่งส่งตรวจ

เชื้อ	Sputum		Hemoculture		Pus/Swab		Urine		Body fluid		Other	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>P. aeruginosa</i> ที่ดื้อยา CI	10	50.00	0	0.00	4	20.00	5	25.00	1	5.00	0	0.00
<i>A. baumannii</i> ที่ดื้อยา CI	17	70.80	1	4.17	1	4.17	3	12.50	0	0.00	2	8.30
Enterobacteriales ที่ดื้อยา CI	53	13.22	48	11.97	76	18.95	177	44.14	31	7.73	16	3.99



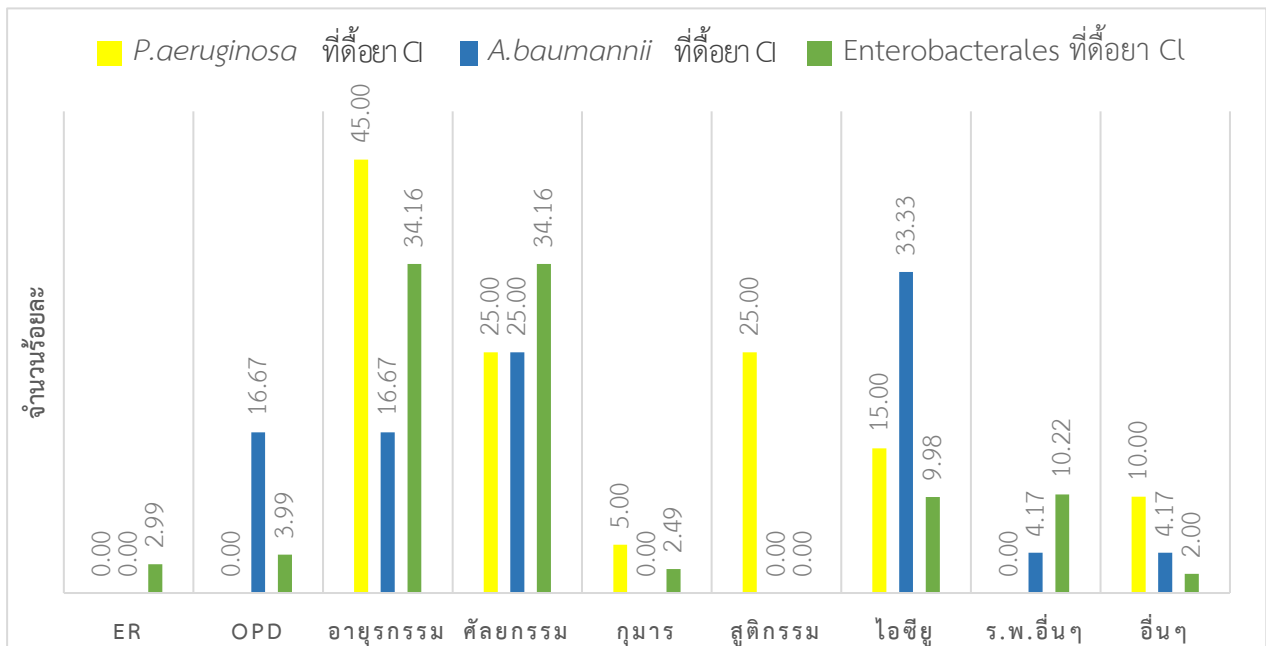
ภาพที่ 2 แสดงอัตราเชื้อดื้อยาโคลิสตินแต่ละชนิด แยกประเภทตามชนิดของสิ่งส่งตรวจ

เมื่อทำการศึกษาแยกตามแผนกของผู้ป่วย พบว่า

1. เชื้อ *P. aeruginosa* ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน พบมากที่สุดในแผนกอายุรกรรม (45.00%) รองลงมา คือ แผนกศัลยกรรม (25.00%) และแผนกไอซียู (15.00%) ตามลำดับ
2. เชื้อ *A. baumannii* ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน พบมากที่สุดในแผนกไอซียู (33.33%) รองลงมา คือ แผนกศัลยกรรม (25.00%) ตามมาด้วยแผนก OPD (16.67%) และแผนกอายุรกรรม (16.67%) ซึ่งพบในปริมาณที่เท่ากัน
3. เชื้อ Enterobacteriales ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน พบมากที่สุดในแผนกศัลยกรรม (34.16%) และแผนกอายุรกรรม (34.16%) ในปริมาณที่เท่ากันรองลงมา คือ โรงพยาบาลอื่น ๆ (10.22%) ตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 3 และภาพที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงอัตราเชื้อดื้อยาโคลิสตินแต่ละชนิดที่ตรวจพบแยกประเภทตามแผนก

เชื้อ	ER	OPD	อายุรกรรม	ศัลยกรรม	กุมาร	สูติกรรม	ไอซียู	โรงพยาบาลอื่น ๆ	อื่น ๆ
	n(%)	n(%)	n(%)	n(%)	n(%)	n(%)	n(%)	n(%)	n(%)
<i>P. aeruginosa</i> ที่ดื้อยา Cl	4 (0.59)	0 (0.00)	9 (45.00)	5 (25.00)	1 (5.00)	5 (25.00)	3 (15.00)	0 (0.00)	2 (10.00)
<i>A. baumannii</i> ที่ดื้อยา Cl	0 (0.00)	4 (16.67)	4 (16.67)	6 (25.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	8 (33.33)	1 (4.17)	1 (4.17)
Enterobacteriales ที่ดื้อยา Cl	12 (2.99)	16 (3.99)	137 (34.16)	137 (34.16)	10 (2.49)	0 (0.00)	40 (9.98)	41 (10.22)	8 (2.00)



ภาพที่ 3 แสดงอัตราเชื้อดื้อยาโคลิสตินแต่ละชนิด แยกประเภทตามแผนก

วิจารณ์

จากผลการศึกษาอัตราการพบเชื้อ *P. aeruginosa* เชื้อ *A. baumannii* และ Enterobacteriales ที่ดื้อต่อยาโคลิสตินที่แยกได้จากสิ่งส่งตรวจของผู้ป่วยในโรงพยาบาลราชบุรี ตั้งแต่ปี 2563-2567 จำนวนทั้งหมด 21,730 isolates พบว่าเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ที่ดื้อต่อยาโคลิสตินมีแนวโน้มลดลง โดยพบสูงสุด 1.65 % แต่ในปี 2567 มีแนวโน้มลดลง คือ พบ 0.10% ซึ่งสาเหตุที่เชื่อดังกล่าวลดลง อาจเนื่องจากทางห้องปฏิบัติการมีการเฝ้าระวังเชื้อ *P. aeruginosa* โดยทำการรายงานผลทดสอบความไวต่อยาของเชื้อนี้ให้แพทย์ทราบ ในตัวอย่างเสมหะในทุกปริมาณที่ตรวจพบทำให้แพทย์สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์การให้ยารักษา หรือไม่ให้ยารักษาแก่ผู้ป่วยได้อย่างเหมาะสมตามอาการ รวมถึงการเฝ้าระวังการใช้ยาต่อเชื้อนี้อย่างสมเหตุสมผลอีกด้วย

สำหรับเชื้อ *A. baumannii* ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นโดยพบสูงสุด 1.31% สาเหตุที่เชื่อดังกล่าวเพิ่มสูงขึ้น อาจเนื่องมาจากกระยะหลังตรวจพบเชื้อนี้มีการดื้อยาหลายขนาน (Multidrug resistant, MDR) เพิ่มมากขึ้น ทำให้แพทย์เริ่มนำยาโคลิสตินมาใช้ในการรักษามากขึ้นเช่นกัน จนส่งผลให้เชื้อมีการดื้อยาโคลิสตินในภายหลัง

ในส่วนของเชื้อ Enterobacteriales ที่ดื้อต่อยาโคลิสตินพบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยในปี 2563 พบสูงสุด 5.05% และปรับตัวลดลงมาในปี 2564 จากนั้นปรับตัวเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในปีถัดมาจนถึงปี 2567 พบสูง 4.65 % สาเหตุอาจเนื่องจากก่อนหน้าปี 2563 แพทย์มีการใช้ยาโคลิสตินในการรักษามากขึ้น ทำให้ในปี 2563 พบเชื้อ Enterobacteriales ที่ดื้อต่อยาโคลิสตินสูงสุด และเมื่อมีการเฝ้าระวังเรื่องการใช้ยาโคลิสติน ในการรักษาผู้ป่วยมากขึ้นทำให้พบเชื้อ Enterobacteriales ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน ลดลงในปีถัดมาแต่พบว่า ตั้งแต่ปี 2564 ถึงปี 2567 เชื้อ Enterobacteriales ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง อาจเป็นเพราะเชื้อ Enterobacteriales มีการดื้อยาในกลุ่ม Carbapenems เพิ่มขึ้น ทำให้แพทย์ต้องนำยาโคลิสตินกลับมาใช้ในการรักษาคนไข้มากขึ้นอีกครั้ง จนส่งผลให้เชื้อ Enterobacteriales ดื้อต่อยาโคลิสติน พบสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องตามมาดังกล่าว ทั้งนี้เรื่องของการใช้ยาโคลิสตินในโรงพยาบาลราชบุรีเป็นเพียงข้อสังเกตของผู้วิจัย ซึ่งต้องทำการศึกษายืนยันในเรื่องอัตราการใช้ยาโคลิสตินเพิ่มเติมเพื่อสนับสนุนข้อสังเกตนี้ต่อไป

เมื่อศึกษาโดยจำแนกตามชนิดของสิ่งส่งตรวจพบว่าเชื้อ *P. aeruginosa* และ *A. baumannii* ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน จะพบในตัวอย่างที่เป็นเสมหะมากที่สุด เนื่องจากเชื่อดังกล่าวมาจากระบบทางเดินหายใจและ

พบในกลุ่มที่ต้องใส่เครื่องช่วยหายใจ นอกจากนี้ยังเป็นเชื้อฉวยโอกาสที่ต้องเฝ้าระวังในโรงพยาบาลสำหรับเชื้อ Enterobacteriales ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน พบมากในสิ่งส่งตรวจจากปัสสาวะ เนื่องจากเชื้อมีส่วนใหญ่มักเป็นเชื้อประจำถิ่นในระบบทางเดินอาหารของคนและสัตว์ จึงทำให้พบในตัวอย่างปัสสาวะมากกว่าตัวอย่างชนิดอื่น

สรุป

สำหรับการศึกษาจำแนกตามแผนกของผู้ป่วยพบว่า เชื้อ *P. aeruginosa* และ เชื้อ Enterobacteriales ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน พบมากในแผนกอายุรกรรม และศัลยกรรม เนื่องจากเป็นแผนกที่ผู้ป่วยใช้ยาต้านจุลชีพเป็นประจำ ในขณะที่เชื้อ *A. baumannii* ที่ดื้อต่อยาโคลิสติน พบมากที่สุดแผนกไอซียู อาจเนื่องมาจากแผนกไอซียูมีการใช้ยาต้านจุลชีพอย่างมาก และ เชื้อ *A. baumannii* พบได้ทั่วไปในโรงพยาบาล เมื่อผู้ป่วยได้รับยาปฏิชีวนะเป็นระยะเวลานาน แต่อาการไม่ดีขึ้นทำให้ย้ายเข้าแผนกไอซียู ส่งผลให้เชื้อมีการดื้อยาตามมาสอดคล้องกับผลการศึกษาแนวโน้มของเชื้อ *A. baumannii* ที่ดื้อต่อยาโคลิสตินเพิ่มสูงขึ้นในแต่ละปี

ข้อเสนอแนะ

การติดตามแนวโน้มการดื้อยาโคลิสตินของเชื้อก่อโรคมีความสำคัญอย่างยิ่งในการเฝ้าระวังและการป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อ รวมไปถึงการใช้ยาอย่างเหมาะสม ดังนั้นทางโรงพยาบาลควรมีการหาอัตราการใช้ยาโคลิสตินในแต่ละปี และเปรียบเทียบแนวโน้มการใช้ยา เพื่อเป็นแนวทางกำหนดนโยบายการวางแผนและการตัดสินใจในการใช้ยาได้อย่างเหมาะสม

กิตติกรรมประกาศ

วิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงพยาบาลราชบุรี หัวหน้ากลุ่มงานเทคนิคการแพทย์และพยาธิวิทยาคลินิก ตลอดจนเจ้าหน้าที่งานจุลชีววิทยาคลินิกทุกท่านที่ส่งเสริม ช่วยเหลือ และให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ตลอดงานวิจัย ตลอดจนถึงผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าของบทความเอกสาร หนังสือทุกเล่มที่ผู้วิจัยใช้ในการสืบค้นข้อมูล และที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. Malathum K, Apivanich S. Hospital Infectious Diseases [Internet]. n.p.; 2025 [cited 2024 Apr 20]. 126 p. Available from: <https://www.rama.mahidol.ac.th/ic/sites/default/files/public/pdf/IC%20book.pdf> (in Thai)
2. Wongut-sa P, Khumdee P, Samosornsuk W, Yansombat J. Samosornsuk S. Prevalence of Colistin Resistance among Third Generation Cephalosporins- or Carbapenem-Resistant *Enterobacteriaceae* Isolated from Clinical Specimens in Ratchaburi Hospital, Thailand. Journal of Medical Technology [Internet]. 2020 [cited 8 March 2025];48(1):7240-52. Available from: <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/jmt-amtt/article/view/244199> (in Thai)
3. Thapisutthikul L. Investigation of the mechanism of colistin resistance by modifying the lipid A structure of *Acinetobacter baumannii*. [Internet]. Pathum Thani. National Science and Technology Development Agency (NSTDA); 2012 [cited 8 March 2025]. 29 p. Available from: https://elibrary.tsri.or.th/fullP/MRG5380163/MRG5380163_full.pdf (in Thai)
4. Pawinakittiporn W, Sriphakdee S, Khamjumpol W, Unhalekha E. Predictability of colistin susceptibility in carbapenems-resistant Enterobacteriaceae. The 28th Medical Sciences Academic Conference; 26-28 August 2020 [Internet]. Impact Forum, Muang Thong Thani, Nonthaburi. 2020. [cited 8 March 2025]. 1 p. Available from: <https://nih.dmsc.moph.go.th/research/showimgdetil.php?id=714> (in Thai)

5. Trancharoen S. Duangbu A. Guidelines for monitoring antimicrobial resistance in hospital wastewater treatment systems. [Internet]. Environmental Health Bureau, Department of Health, Nonthaburi. n.d.; [cited 8 March 2025]. 33 p. Available from: https://env.anamai.moph.go.th/web-upload/11xc410600758f76a9b83604e779b2d1de5/m_magazine/343/4955/file_download/497fa1eb71a596cf8b26192678e78703.pdf (in Thai)

ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมมารตามนั้ของผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบางเพรียง อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ

สมพงษ์ สิทธิพิทุธา

โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบางเพรียง

สำนักงานสาธารณสุขอำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ

DOI: 10.14456/jrpsi.2026.11

Received: February 27, 2025 | Revised: May 22, 2026 | Accepted: May 26, 2026

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับปัจจัยด้านบุคคล ระบบบริการสุขภาพ ครอบครัวและสังคม สิ่งแวดล้อม พฤติกรรมมารตามนั้ และปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมมารตามนั้ของผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง ในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบางเพรียง อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ การวิจัยเป็นแบบเชิงสำรวจ ภาคตัดขวาง กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง จำนวน 283 คน สุ่มแบบชั้นภูมิ เก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามครอบคลุมด้านบุคคล ระบบบริการสุขภาพ ครอบครัวและสังคม สิ่งแวดล้อม และพฤติกรรมมารตามนั้ แบบสอบถามมีความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) เท่ากับ 1.00 และค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นรายด้านเท่ากับ 0.79, 0.73, 0.85, 0.87 และ 0.80 ตามลำดับ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน และการถดถอยพหุคูณแบบ Enter พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีอายุเฉลี่ย 61 ปี เป็นเพศหญิง มีอายุมากกว่า 60 ปี มีสถานภาพสมรส การศึกษาระดับประถม ประกอบอาชีพค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัวหรือรับจ้างทั่วไป มีรายได้เฉลี่ย ต่อเดือน 5,000-14,999 บาท และอาศัยอยู่ห่างจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล 1-4 กม. ส่วนใหญ่เป็น โรคความดันโลหิตสูงมานาน 4-6 ปี และมีการเลื่อนนัดเป็นครั้งคราว ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการมารตามนั้ อยู่ในระดับมากที่สุดทุกด้าน ได้แก่ ด้านสิ่งแวดล้อม (Mean = 4.84, S.D. = 0.33) ด้านครอบครัวและสังคม (Mean = 4.77, S.D. = 0.34) ด้านระบบบริการสุขภาพ (Mean = 4.66, S.D. = 0.34) และด้านบุคคล (Mean = 4.56, S.D. = 0.34) พฤติกรรมมารตามนั้อยู่ในระดับมากที่สุด (Mean = 4.57, S.D. = 0.30) ปัจจัยด้านระบบบริการสุขภาพมีอิทธิพลเชิงบวกต่อพฤติกรรมมารตามนั้มากที่สุด ($\beta = 0.57$, P-value < .001) ปัจจัยด้านครอบครัวและสังคมมีอิทธิพลเชิงลบ อย่างมีนัยสำคัญ ($\beta = -0.24$, P-value < .001) ส่วนปัจจัย ด้านสิ่งแวดล้อม ($\beta = 0.17$, P-value < .05) และด้านบุคคล ($\beta = 0.10$, P-value < .05) มีอิทธิพลเชิงบวก ในระดับน้อยกว่า โดยตัวแปรทั้งหมดสามารถอธิบายความแปรปรวนของพฤติกรรมมารตามนั้ได้ ร้อยละ 41 ($R^2 = 0.41$, $F = 48.28$, P-value < .001) แสดงให้เห็นว่า ควรพัฒนาระบบบริการสุขภาพ โดยเฉพาะ ระบบนัดหมายและการติดตามผู้ป่วยเชิงรุก ควบคู่กับการส่งเสริมบทบาทของครอบครัวและเครือข่ายสังคม ให้สนับสนุนการมารตามนั้อย่างเหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดูแลผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในระยะยาว

ติดต่อผู้พิมพ์: สมพงษ์ สิทธิพิทุธา

อีเมล: sompong251125@gmail.com

คำสำคัญ: โรคไม่ติดต่อเรื้อรัง, พฤติกรรมมารตามนั้, ปัจจัยทำนาย

Factors Affecting Appointment Adherence Behavior among Patients with Chronic Non-Communicable Diseases at Bang Phriang Subdistrict Health Promoting Hospital, Bang Bo District, Samut Prakan Province

Sompong Sitthiputtha

*Bang Phriang Subdistrict Health Promoting Hospital
Bang Bo District Health Office, Samut Prakan Province*

Abstract

This study aims to examine the levels of personal, health service system, family and social, environmental factors, appointment adherence behavior, and Factors Affecting Appointment Adherence Behavior among Patients with Chronic Non-Communicable Diseases at Bang Phriang Subdistrict Health Promoting Hospital, Bang Bo District, Samut Prakan Province. A cross-sectional survey design was employed. The sample consisted of 283 patients with chronic non-communicable diseases selected by stratified sampling. Data were collected using a questionnaire covering personal factors, health service system, family and social factors, environmental factors, and appointment adherence behavior. The questionnaire demonstrated content validity with an index of item-objective congruence (IOC) of 1.00, and reliability coefficients for each subscale of 0.79, 0.73, 0.85, 0.87, and 0.80, respectively. Data were analyzed using descriptive statistics, Pearson's correlation, and multiple regression analysis with the Enter method. The results showed that the participants had a mean age of 61 years, were predominantly female, older than 60 years, married, had primary education, worked in trading/own business or as general laborers, had an average monthly income of 5,000-14,999 Baht, and lived 1-4 kilometers from the health promoting hospital. Most had hypertension for 4-6 years and occasionally postponed their appointments. The related factors were all at the highest level, including environmental factors (Mean = 4.84, S.D. = 0.33), family and social factors (Mean = 4.77, S.D. = 0.34), health service system factors (Mean = 4.66, S.D. = 0.34), and personal factors (Mean = 4.56, S.D. = 0.34). Appointment adherence behavior was also at the highest level (Mean = 4.57, S.D. = 0.30). Health service system factors had the strongest positive influence on appointment adherence behavior ($\beta = 0.57$, P-value < .001). Family and social factors had a significantly negative influence ($\beta = -0.24$, P-value < .001), while environmental factors ($\beta = 0.17$, P-value < .05) and personal factors ($\beta = 0.10$, P-value < .05) had weaker positive influences. All variables together explained 41% of the variance in appointment adherence behavior ($R^2 = 0.41$, $F = 48.28$, P-value < .001). These findings indicate that the health service system, particularly appointment scheduling and proactive patient follow-up, should be strengthened alongside promoting the roles of families and social networks in appropriately supporting appointment adherence, in order to enhance the long-term care of patients with chronic non-communicable diseases.

Corresponding Author: Sompong Sitthiputtha **E-mail:** sompong251125@gmail.com

Keywords: Non-Communicable Diseases, appointment-keeping behavior, predictive factors

บทนำ

โรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Non-Communicable Diseases: NCDs) เป็นปัญหาสาธารณสุขสำคัญในระดับโลก โดยองค์การอนามัยโลกระบุว่า NCDs เป็นสาเหตุการเสียชีวิตประมาณ 41 ล้านคนต่อปี คิดเป็นร้อยละ 74 ของการเสียชีวิตทั้งหมดทั่วโลก⁽¹⁾ สำหรับประเทศไทยรายงานสถานการณ์โรคไม่ติดต่อเรื้อรังของกระทรวงสาธารณสุข และการสำรวจสุขภาพประชาชนไทยโดยการตรวจร่างกาย (Thai National Health Examination Survey: NHES VI) พบว่า ภาวะความดันโลหิตสูงและเบาหวานยังคงมีความชุกสูงและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีผู้ป่วยความดันโลหิตสูงประมาณ 14 ล้านคน และประชากรวัยผู้ใหญ่ประมาณ 1 ใน 4 มีภาวะดังกล่าว⁽²⁻³⁾ รวมทั้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในกลุ่มวัยหนุ่มสาว ซึ่งสะท้อนถึงความท้าทายของระบบสุขภาพในการควบคุมโรคในระยะยาว⁽⁴⁾ การดูแลผู้ป่วย NCDs จำเป็นต้องอาศัยความต่อเนื่องของการดูแล (continuity of care) โดยพฤติกรรมการมาตามนัด (appointment adherence หรือ appointment-keeping behavior) เป็นตัวชี้วัดสำคัญของความร่วมมือในการรักษา หลักฐานเชิงประจักษ์ชี้ว่า การขาดนัดมีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์ทางสุขภาพที่ไม่พึงประสงค์ เช่น การควบคุมโรคไม่ได้ การนอนโรงพยาบาล และการเสียชีวิตที่เพิ่มขึ้น รวมทั้งเพิ่มภาระต้นทุนต่อระบบสุขภาพ⁽⁵⁻⁷⁾ อย่างไรก็ตามงานวิจัยที่ผ่านมาส่วนใหญ่เน้นการอธิบายเหตุผลของการขาดนัด เช่น การลืม ภาระงาน และปัญหาการเดินทาง มากกว่าการวิเคราะห์เชิงโครงสร้างของพฤติกรรม⁽⁸⁾

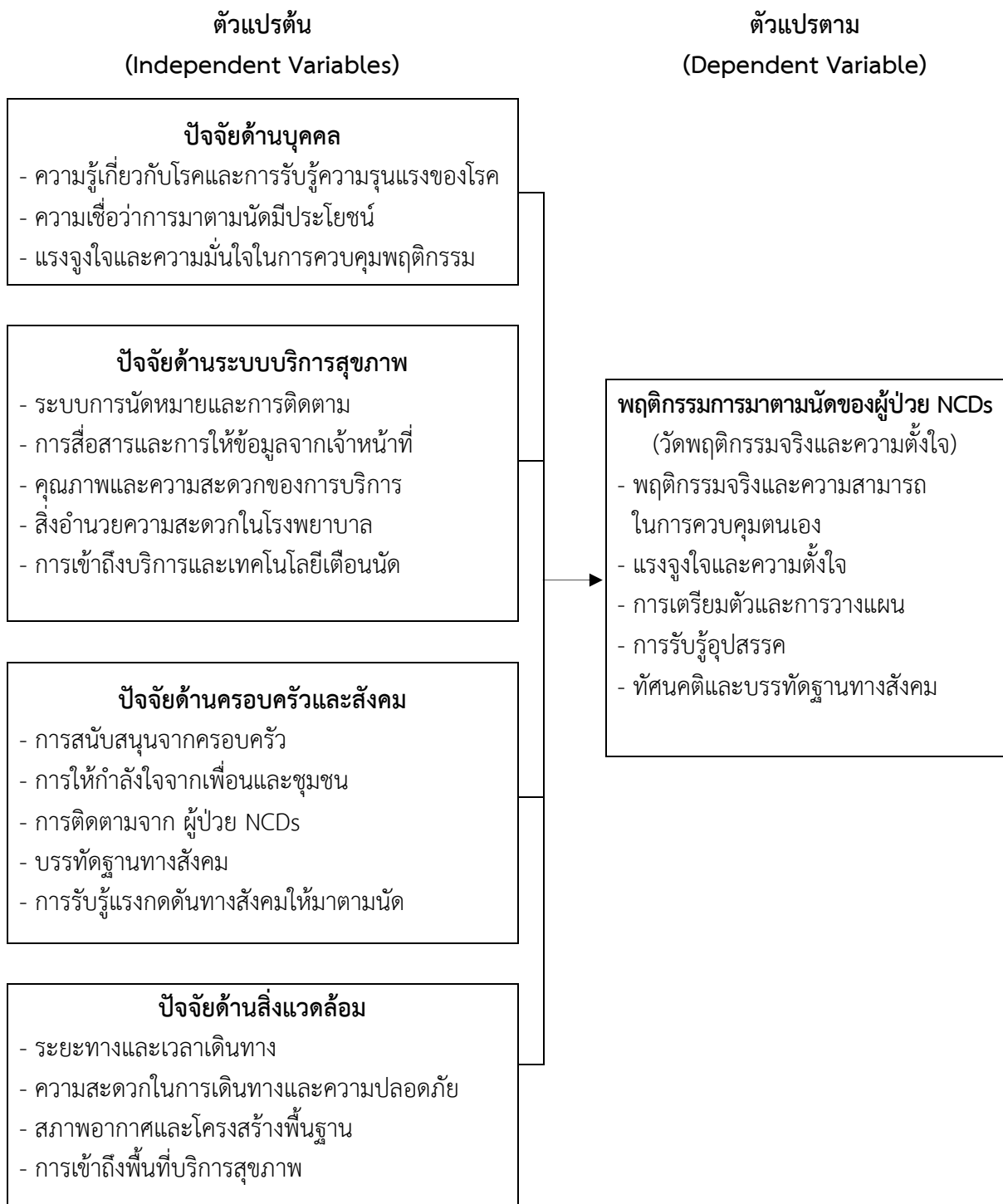
จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการมาตามนัดสามารถจำแนกได้หลายมิติ ได้แก่ ปัจจัยด้านบุคคล เช่น ความรู้ การรับรู้ความเสี่ยง ความเชื่อ และทัศนคติ⁽⁹⁻¹⁰⁾ ปัจจัยด้านระบบบริการสุขภาพ เช่น ระบบนัดหมาย การเข้าถึงบริการ และคุณภาพการดูแล⁽¹¹⁻¹²⁾ ปัจจัยด้านครอบครัวและสังคม เช่น การสนับสนุนทางสังคม^(8,13) และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ระยะทางและความสะดวกในการเดินทาง^(5,14) ในการศึกษาี้กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีของตัวแปรต้นและตัวแปรตามประยุกต์จาก Health Belief Model (HBM) และ Theory of Planned Behavior (TPB) โดยปัจจัยด้านบุคคลแสดงถึงองค์ประกอบของ HBM เช่น การรับรู้โอกาสเสี่ยง ความรุนแรง ประโยชน์ อุปสรรค และการรับรู้ความสามารถตนเอง ตลอดจนสอดคล้องกับทัศนคติต่อพฤติกรรมและการรับรู้การควบคุมพฤติกรรมใน TPB ขณะที่ปัจจัยด้านครอบครัวและสังคมแสดงถึงบรรทัดฐานเชิงอัตวิสัยใน TPB และทำหน้าที่เป็นปัจจัยปรับเปลี่ยนและตัวกระตุ้นให้เกิดการกระทำตาม HBM ส่วนปัจจัยด้านระบบบริการสุขภาพและสิ่งแวดล้อมทำหน้าที่เป็นอุปสรรคและสิ่งเอื้ออำนวยภายนอก รวมถึงตัวกระตุ้นให้เกิดการกระทำ และเกี่ยวข้องกับการรับรู้การควบคุมพฤติกรรมใน TPB ตัวแปรตาม คือ พฤติกรรมการมาตามนัด ทำหน้าที่เป็นผลลัพธ์ของโครงสร้างตามทั้งสองทฤษฎี ซึ่งช่วยให้สามารถอธิบายพฤติกรรมการมาตามนัดของผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังได้อย่างครอบคลุมทั้งด้านบุคคล ครอบครัวและสังคม ระบบบริการสุขภาพ และบริบทสิ่งแวดล้อม⁽⁹⁻¹⁰⁾ อย่างไรก็ตามการประยุกต์ใช้ทฤษฎีดังกล่าวในบริบทพฤติกรรมการมาตามนัดของผู้ป่วย NCDs ยังมีจำกัด และมักไม่ได้บูรณาการร่วมกับปัจจัยเชิงระบบบริการสุขภาพและบริบทแวดล้อม

ในบริบทพื้นที่กึ่งอุตสาหกรรม เช่น จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งมีแรงงานเคลื่อนย้ายสูงและข้อจำกัดด้านเวลาพบว่า การรักษาต่อเนื่องและการควบคุมโรคยังอยู่ในระดับต่ำ สะท้อนข้อจำกัดของระบบบริการในการตอบสนองต่อบริบทเฉพาะพื้นที่⁽¹⁵⁾ จากการวิเคราะห์สามารถระบุช่องว่างองค์ความรู้ได้ 3 ประการ ได้แก่ (1) การขาดการบูรณาการกรอบแนวคิดเชิงพฤติกรรมร่วมกับปัจจัยเชิงระบบ และสิ่งแวดล้อมในระดับพหุปัจจัย (2) การขาดหลักฐานเชิงประจักษ์ในบริบทพื้นที่กึ่งอุตสาหกรรม และ (3) การขาดแบบจำลองเชิงทำนายหรือโครงสร้างที่อธิบายเส้นทางอิทธิพลของพฤติกรรม ดังนั้นการศึกษานี้จึงมุ่งพัฒนาแบบจำลองเชิงแนวคิดเพื่ออธิบายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการมาตามนัดของผู้ป่วย NCDs ในบริบทดังกล่าว เพื่อนำไปสู่การพัฒนามาตรการที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระดับปัจจัยด้านบุคคล ปัจจัยด้านระบบบริการสุขภาพ ปัจจัยด้านครอบครัวและสังคม และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมของผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบางเพรียง อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ
2. เพื่อศึกษาระดับพฤติกรรมการมาตามนัดของผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบางเพรียง อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ
3. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการมาตามนัดของผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบางเพรียง อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ

กรอบแนวคิดในการวิจัย



วัสดุและวิธีการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยทำนายแบบตัดขวาง โดยเก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2568 ถึง 31 มีนาคม 2569

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ศึกษา คือ ผู้เข้ารับการรักษาหวัดเดือน มกราคม 2568-31 มีนาคม 2569 ได้ข้อมูลจากทะเบียนผู้ป่วยที่เป็นเบาหวานและความดันโลหิตสูง พื้นที่รับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบางเพรียง อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ จากระบบข้อมูลด้านการแพทย์และสุขภาพ (HDC) สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสมุทรปราการ เขตสุขภาพที่ 6 จำนวน 1,068 คน

การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยนี้กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยอาศัยการวิเคราะห์พลังทางสถิติ (power analysis) ด้วยโปรแกรม G*Power 3.1⁽¹⁶⁾ สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ โดยกำหนดขนาดอิทธิพลระดับปานกลาง (effect size $f^2 = 0.15$)⁽¹⁷⁾ ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $\alpha = 0.05$ อำนาจจำแนก (power) = 0.80 และจำนวนตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร ผลการคำนวณพบว่า ต้องมีกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 85 คน เพื่อให้การวิเคราะห์มีความเชื่อมั่นเพียงพอ ทั้งนี้เพื่อรองรับการสูญเสียตัวอย่าง และการตอบแบบสอบถามไม่สมบูรณ์ได้เพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างจากค่าที่คำนวณได้ และกำหนดให้มีขนาดกลุ่มตัวอย่างรวมจำนวน 283 คน ซึ่งมากกว่าขนาดต่ำสุดที่โปรแกรมคำนวณได้ และสอดคล้องกับแนวทางเชิงประจักษ์ที่แนะนำให้ขนาดกลุ่มตัวอย่างไม่น้อยกว่า 20 เท่าของจำนวนตัวแปรต้นสำหรับการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ⁽¹⁸⁻¹⁹⁾

เกณฑ์การคัดเข้าศึกษา คือ 1) สมัครใจเข้าร่วมโครงการศึกษา 2) ได้รับการวินิจฉัยโดยแพทย์แผนปัจจุบันเป็นเบาหวานหรือความดันโลหิตสูงมาแล้วอย่างน้อย 6 เดือน 3) สามารถสื่อสารและเข้าใจภาษาไทยได้ดี 4) อายุ 18 ปีขึ้นไป

เกณฑ์การคัดออกศึกษา คือ 1) ผู้ป่วยที่มีภาวะเจ็บป่วยเฉียบพลันหรืออาการไม่คงที่ในขณะเก็บข้อมูล เช่น มีไข้สูง อ่อนเพลียมาก เวียนศีรษะ หนามืด เป็นลม หายใจลำบาก เจ็บหน้าอก ความดันโลหิตสูงหรือต่ำผิดปกติ หรือมีภาวะที่แพทย์หรือผู้วิจัยพิจารณาแล้วว่าไม่เหมาะสมต่อการตอบแบบสอบถาม 2) ขอยุติการตอบแบบสอบถามระหว่างดำเนินการ

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (stratified random sampling) โดยกำหนดหมู่บ้านในเขตรับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบางเพรียงเป็นชั้นภูมิ (strata) จากนั้นคำนวณสัดส่วนตามสูตร $n_i = N_i/N \times n$ จำนวนผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในแต่ละหมู่บ้าน (N_i) เทียบกับจำนวนผู้ป่วยทั้งหมด ($N = 1,068$) และคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างตามสัดส่วน (proportionate allocation) ให้ได้จำนวนรวม 283 คน หมู่ที่ 3 ซึ่งมีผู้ป่วยจำนวน 243 คน ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 64 คน หมู่ที่ 4 มีผู้ป่วยจำนวน 301 คน ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 80 คน หมู่ที่ 5 มีผู้ป่วยจำนวน 230 คน ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 61 คน และหมู่ที่ 6 มีผู้ป่วยจำนวน 294 คน ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 78 คน รวมทั้งสิ้น จำนวน 283 คน ทั้งนี้ ในแต่ละชั้นภูมิได้ดำเนินการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (simple random sampling) เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างตามจำนวนที่กำหนดในแต่ละหมู่บ้าน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ใช้เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามที่ผู้วิจัยพัฒนาสร้างขึ้น จากการทบทวนงานวิจัย เอกสารที่เกี่ยวข้อง ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยพัฒนาขึ้นตามกระบวนการสร้างเครื่องมือวิจัย⁽²⁰⁾ ซึ่งแบ่งแบบสอบถามเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับส่วนบุคคล คำถามเป็นแบบเลือกตอบ และเติมข้อความให้สมบูรณ์ ประกอบด้วยข้อความเกี่ยวกับ อายุ เพศ สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา อาชีพหลัก รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

ระยะทางจากบ้านถึงสถานที่รักษา โรคประจำตัว ระยะเวลาที่ทราบการเป็นโรค และสถานการณ์มาตามนัดรวมจำนวน 10 ข้อ

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามเพื่อวัดความคิดเห็นของผู้ป่วย NCDs เกี่ยวกับปัจจัยด้านบุคคล จำนวน 6 ข้อ ปัจจัยด้านระบบบริการด้านสุขภาพ จำนวน 6 ข้อ ปัจจัยด้านครอบครัวและสังคม จำนวน 6 ข้อ และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม จำนวน 6 ข้อ รวม จำนวน 24 ข้อ ตามแบบมาตรวัดแบบลิเคอร์ท (Likert scale) ระดับการวัดเป็นช่วงสเกล (Interval Scale) โดยกำหนดค่าคะแนนเป็น 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย เห็นด้วยปานกลาง ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ให้ค่าคะแนน 5,4,3,2 และ 1 ตามลำดับ การแปลผลใช้ตามเกณฑ์ที่กำหนด⁽²¹⁾ ดังนี้ 1) ค่าคะแนนเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง มีปัจจัยในการมาตามนัดในระดับมากที่สุด 2) ค่าคะแนนเฉลี่ย 3.50-4.49 มีปัจจัยในการมาตามนัดในระดับมาก 3) ค่าคะแนนเฉลี่ย 2.50-3.49 มีปัจจัยในการมาตามนัด ในระดับปานกลาง 4) ค่าคะแนนเฉลี่ย 1.50-2.49 มีปัจจัยในการมาตามนัดในระดับน้อย 5) ค่าคะแนนเฉลี่ย 1.00 -1.49 มีปัจจัยในการมาตามนัดในระดับน้อยที่สุด

ส่วนที่ 3 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรมมาตามนัดของผู้ป่วย NCDs โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบางเพรียง อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ เพื่อวัดความคิดเห็นของผู้ป่วย NCDs เกี่ยวกับพฤติกรรมมาตามนัด ตามแบบมาตรวัดแบบลิเคอร์ท (Likert scale) ระดับการวัดเป็นช่วงสเกล (Interval Scale) โดยกำหนดค่าคะแนนเป็น 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย เห็นด้วยปานกลาง ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ให้ค่าคะแนน 5,4,3,2 และ 1 ตามลำดับ รวม จำนวน 10 ข้อ ให้ค่าคะแนน 5,4,3,2 และ 1 ตามลำดับ การแปลผลใช้ตามเกณฑ์ที่กำหนด⁽²¹⁾ ดังนี้ 1) ค่าคะแนนเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง มีพฤติกรรมมาตามนัดในระดับมากที่สุด 2) ค่าคะแนนเฉลี่ย 3.50-4.49 มีพฤติกรรมมาตามนัดในระดับมาก 3) ค่าคะแนนเฉลี่ย 2.50-3.49 มีพฤติกรรมมาตามนัดในระดับปานกลาง 4) ค่าคะแนนเฉลี่ย 1.50-2.49 มีพฤติกรรมมาตามนัดในระดับน้อย 5) ค่าคะแนนเฉลี่ย 1.00-1.49 มีพฤติกรรมมาตามนัดในระดับน้อยที่สุด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

กลุ่มตัวอย่างได้รับทราบเกี่ยวกับโครงการวิจัย วัตถุประสงค์การวิจัยขั้นตอนการเก็บข้อมูลและรายละเอียดต่างๆ ตามคำชี้แจง และในการเข้าร่วมการวิจัยนี้ได้รับความยินยอมจากกลุ่มตัวอย่างและลงนามเป็นลายลักษณ์อักษร ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2568 ถึง วันที่ 31 มีนาคม 2569 ด้วยแบบสอบถามตามขั้นตอนต่อไปนี้ 1) จัดเตรียมเครื่องมือ ได้แก่ แบบสอบถามความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง ข้อมูลสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมวิจัย และใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ตามจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 2) ทำหนังสือจากสำนักงานสาธารณสุขอำเภอบางบ่อถึงกลุ่มตัวอย่าง ในพื้นที่รับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบางเพรียง อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 3) ดำเนินการส่งแบบสอบถามให้เจ้าหน้าที่รับผิดชอบงานควบคุมและป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง เพื่อดำเนินการจัดส่งและเก็บรวบรวมแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่ได้ให้ข้อมูลเรียบร้อยแล้ว โดยบรรจุใส่ซองและปิดผนึกเพื่อส่งกลับคืนให้เจ้าหน้าที่รับผิดชอบงานควบคุมป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรังและส่งให้ผู้วิจัย

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

ความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ของแบบสอบถามโดยหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Item-Objective Congruence : IOC) ด้วยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการพิเศษ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งแบบสอบถามด้านบุคคล ด้านระบบบริการสุขภาพ ด้านครอบครัวและสังคม ด้านสิ่งแวดล้อม และพฤติกรรมมาตามนัด ความตรงเชิงเนื้อหารายด้านได้ค่า IOC เท่ากับ 1 และ มีความเชื่อมั่นรายด้าน เท่ากับ 0.79, 0.73, 0.85, 0.87 และ 0.80 ตามลำดับ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลส่วนบุคคล ปัจจัยด้านบุคคล ปัจจัยด้านระบบบริการสุขภาพ ปัจจัยครอบครัวและสังคมและปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมของผู้ป่วย NCDs วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาโดยการแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. พฤติกรรมการมาตามนัดของผู้ป่วย NCDs วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา โดยการแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง ปัจจัยด้านบุคคล ปัจจัยด้านระบบบริการสุขภาพ ปัจจัยครอบครัวและสังคม และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมของผู้ป่วย NCDs กับพฤติกรรมการมาตามนัดของผู้ป่วย NCDs ด้วยสถิติเชิงอนุมาน Pearson's Correlation กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

4. วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการมาตามนัดของผู้ป่วย NCDs ด้วยสถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistic) โดยการใช้สถิติวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบใส่ตัวแปรพร้อมกัน (Multiple Regression Analysis with Enter Method) กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 จากการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นพบว่าค่า Durbin-Watson เท่ากับ 1.59 และค่า r ระหว่างตัวแปรอิสระ มีค่าไม่เกิน 0.80 ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น

จริยธรรม

การศึกษาครั้งนี้ได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสมุทรปราการ เลขที่ COA No.30/2569 เมื่อวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2569 วันหมดอายุ 19 กุมภาพันธ์ 2570

ผลการศึกษา

1. กลุ่มตัวอย่าง ทั้งหมดจำนวน 283 คน พบว่า มีอายุเฉลี่ย 61 ปี ส่วนใหญ่มีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป ร้อยละ 54.77 เป็นเพศหญิง ร้อยละ 66.08 มีสถานภาพสมรส ร้อยละ 81.62 มีระดับการศึกษาประถมศึกษา ร้อยละ 66.43 ส่วนใหญ่มีอาชีพค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว และรับจ้างทั่วไป ร้อยละ 63.25 และมีรายได้ต่อเดือน 5,000-14,999 บาท ร้อยละ 62.55 อยู่ห่างจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล 1-4 กิโลเมตร ร้อยละ 93.64 เป็นโรคความดันโลหิตสูง ร้อยละ 50.53 และทราบการป่วยเป็นโรค NCDs 4-6 ปี ร้อยละ 50.53 มีการเลื่อนนัดเป็นครั้งคราว ร้อยละ 86.22

2. ปัจจัยด้านบุคคล ปัจจัยด้านระบบบริการสุขภาพ ปัจจัยด้านครอบครัวและสังคม และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมของผู้ป่วย NCDs

2.1 ปัจจัยด้านบุคคลพบว่า โดยส่วนใหญ่ของผู้ป่วย NCDs เห็นว่ามีปัจจัยด้านบุคคลเกี่ยวกับความรู้ ทักษะ และแรงจูงใจในการมาตามนัด อยู่ในระดับมากที่สุด (Mean=4.56, S.D.=0.34) โดยมีความคิดเห็นที่เป็นไปในทางเดียวกันอยู่ในระดับมากที่สุด ในเรื่องการจัดใจและพยายามดูแลสุขภาพของตนเองอย่างสม่ำเสมอ (Mean=4.71, S.D.=0.49) รองลงมา เรื่องการเชื่อว่าการมาพบแพทย์ตามนัดช่วยให้ควบคุมอาการของโรคได้ดีขึ้น และเรื่องการให้ความสำคัญกับการปฏิบัติตามแผนการรักษาที่แพทย์แนะนำในชีวิตประจำวัน (Mean=4.68, S.D.=0.47)

2.2 ปัจจัยด้านระบบบริการสุขภาพพบว่า โดยส่วนใหญ่ของผู้ป่วย NCDs เห็นว่ามีระบบบริการสุขภาพเกี่ยวกับการมีระบบนัดหมาย คุณภาพบริการ และการติดตามผู้ป่วยโรค NCDs อยู่ในระดับมากที่สุด (Mean=4.65, S.D.=0.34) โดยมีความคิดเห็นที่เป็นไปในทางเดียวกันอยู่ในระดับมากที่สุด ในเรื่องเจ้าหน้าที่แจ้งข้อมูลวันนัดหมายให้ท่านอย่างครบถ้วนและชัดเจน (Mean=4.71, S.D.=0.46) รองลงมา คือ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล เปิดให้บริการตามเวลาที่ยึดถือเป็นมาตรฐานอย่างสม่ำเสมอ และเจ้าหน้าที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการรักษาอย่างชัดเจนทำให้ท่านเข้าใจขั้นตอนการรักษามากขึ้น (Mean=4.70, S.D.=0.46)

2.3 ปัจจัยด้านครอบครัวและสังคมพบว่า โดยส่วนใหญ่ของผู้ป่วย NCDs เห็นว่า ปัจจัยจากครอบครัวและสังคม ได้แก่ การสนับสนุนจากครอบครัว อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้านและชุมชนให้มาตามนัด

อยู่ในระดับมากที่สุด (Mean=4.77, S.D.=0.37) โดยมีความคิดเห็นที่เป็นไปในทางเดียวกันอยู่ในระดับมากที่สุดในเรื่องการได้รับการสนับสนุนจากเพื่อนหรือคนใกล้ชิดในการดูแลสุขภาพและการมาตามนัด (Mean=4.84, S.D.=0.37) รองลงมา คือ ความรู้สึกรู้ว่าครอบครัวให้ความสำคัญกับสุขภาพของท่าน (Mean=4.83, S.D.=0.38) และในชุมชนของท่านมีกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพ (Mean=4.81, S.D.=0.43)

2.4 ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมพบว่า โดยส่วนใหญ่ของผู้ป่วย NCDs เห็นว่ามีปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ระยะทาง การเดินทาง สภาพอากาศ เป็นต้น อยู่ในระดับมากที่สุด (Mean=4.84, S.D.=0.33) โดยมีความคิดเห็นที่เป็นไปในทางเดียวกันอยู่ในระดับมากที่สุดในเรื่องโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลตั้งอยู่ในพื้นที่ปลอดภัยและเข้าถึงง่าย (Mean=4.92, S.D.=0.28) รองลงมา เรื่องการจราจรและเส้นทางมายังโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลไม่แออัด (Mean=4.88, S.D.=0.40) และเรื่องการมีวิธีการเดินทางมายังโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่สะดวก (Mean=4.86, S.D.=0.35)

3. พฤติกรรมการมาตามนัดของผู้ป่วย NCDs

จากการศึกษาพบว่า โดยส่วนใหญ่ของผู้ป่วย NCDs มีความเห็นเกี่ยวกับพฤติกรรมการมาตามนัด ได้แก่ การมาตามนัดตรงเวลา การแจ้งเลื่อนเมื่อไม่สามารถมาได้ การเตรียมตัวก่อนมาตามนัด และการตั้งใจมาตามนัดในอนาคต อยู่ในระดับมากที่สุด (Mean=4.57, S.D.=0.30) โดยมีความคิดเห็นที่เป็นไปในทางเดียวกันอยู่ในระดับมากที่สุดในเรื่องการเห็นว่า การมาตามนัดเป็นส่วนสำคัญของการรักษาอย่างต่อเนื่อง (Mean=4.96, S.D.=0.19) รองลงมาเรื่องการหลีกเลี่ยงการขาดนัดเพราะเห็นว่า มีผลต่อการรักษา (Mean=4.74, S.D.=0.44) และเรื่องการเตรียมเอกสารและยาที่จำเป็นก่อนมาพบแพทย์ตามนัดทุกครั้ง (Mean=4.64, S.D.=0.53)

4. ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการมาตามนัดของผู้ป่วย NCDs

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านบุคคล ปัจจัยด้านระบบบริการสุขภาพ ปัจจัยด้านครอบครัวและสังคม และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมของผู้ป่วย NCDs กับพฤติกรรมการมาตามนัดของผู้ป่วย NCDs พบว่า ปัจจัยด้านบุคคล ($r=0.28$, $P\text{-value} < 0.01$) ปัจจัยด้านระบบบริการสุขภาพ ($r=0.62$, $P\text{-value} < 0.01$) ปัจจัยด้านครอบครัวและสังคม ($r=0.25$, $P\text{-value} < 0.01$) และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ($r=0.29$, $P\text{-value} < 0.01$) มีความสัมพันธ์ทางบวกกับพฤติกรรมการมาตามนัดของผู้ป่วย NCDs อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระด้วยกันเองพบว่า มีความสัมพันธ์กันระหว่าง 0.12 ถึง 0.74 ซึ่งไม่มีคู่ใดมีค่าสูงเกิน 0.80 แสดงว่าตัวแปรอิสระทั้งหมดไม่มีปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกันเองสูงเกินไป (Multicollinearity) และสามารถนำไปวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณในขั้นตอนถัดไปได้ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านบุคคล ปัจจัยด้านระบบบริการสุขภาพปัจจัยด้านครอบครัวและสังคม และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ของผู้ป่วย NCDs กับพฤติกรรมการมาตามนัดของผู้ป่วย NCDs (n=283)

ตัวแปรที่ศึกษา	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
พฤติกรรมการมาตามนัดของผู้ป่วย NCDs (Y)	1.00				
ปัจจัยด้านบุคคล (X ₁)	0.28**	1.00			
ปัจจัยด้านระบบบริการสุขภาพ (X ₂)	0.62**	0.35**	1.00		
ปัจจัยด้านครอบครัวและสังคม (X ₃)	0.25**	0.30**	0.55**	1.00	
ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม (X ₄)	0.29**	0.12*	0.47**	0.74**	1.00

** $P\text{-value} < 0.01$, * $P\text{-value} < 0.05$

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการมาตามนัดของผู้ป่วย NCDs พบว่า ปัจจัยที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบตามข้อตกลงเบื้องต้นก่อนการนำมาวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบปกติ คือ ปัจจัยด้านบุคคล (X₁), ปัจจัยด้านระบบบริการสุขภาพ (X₂) ปัจจัยด้านครอบครัวและสังคม (X₃) และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม (X₄) สามารถ

ร่วมทำนายพฤติกรรมมารตามนัตของผู้ป่วย NCDs ได้ร้อยละ 41.00 ($R^2=0.41$, $F=48.28$, $P\text{-value} < 0.01$) โดยที่ปัจจัยด้านระบบบริการสุขภาพ (X_2) เป็นปัจจัยที่มีผลในการทำนายมากที่สุด ($\beta = 0.57$, $P\text{-value} < 0.01$) รองลงมา คือ ปัจจัยด้านครอบครัวและสังคม (X_3) ($\beta = -0.24$, $P\text{-value} < 0.01$), ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม (X_4) ($\beta = 0.17$, $P\text{-value} < 0.05$) และปัจจัยที่มีผลทางบวกลำดับสุดท้าย คือ ปัจจัยด้านบุคคล (X_1) ($\beta = 0.10$, $P\text{-value} < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยพหุคูณของปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมมารตามนัตของผู้ป่วยโรค NCDs ของผู้ป่วย NCDs ($n=283$)

ตัวแปรที่ศึกษา	B	Beta	t	P-value
Constant	1.81		6.66	<.001**
ปัจจัยด้านระบบบริการสุขภาพ (X_2)	0.57	0.64	11.14	<.001**
ปัจจัยด้านครอบครัวและสังคม (X_3)	-0.24	-0.27	-3.60	<.001**
ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม (X_4)	0.17	0.18	2.50	0.013*
ปัจจัยด้านบุคคล (X_1)	0.10	0.11	2.18	0.030*

$R=0.640$, $R^2 = 0.410$, $\text{Adj. } R^2 = 0.401$, $\text{SEE} = 0.235$, $F = 48.276$ ($P\text{-value} < 0.001$)

** $P\text{-value} < 0.01$, * $P\text{-value} < 0.05$

วิจารณ์

ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยด้านบุคคล ด้านระบบบริการสุขภาพ ด้านครอบครัวและสังคม และด้านสิ่งแวดล้อมของผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs) อยู่ในระดับมากที่สุดทุกด้าน ซึ่งอธิบายได้ว่าพฤติกรรมมารตามนัตเป็นผลลัพธ์ของปัจจัยหลายมิติที่สัมพันธ์กัน ดังนี้

1) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมมารตามนัต ได้แก่ ปัจจัยด้านบุคคล อยู่ในระดับมากที่สุดโดยเฉพาะความตั้งใจดูแลสุขภาพ ความเชื่อว่าการมารตามนัตช่วยควบคุมโรค และการให้ความสำคัญกับแผนการรักษา สอดคล้องกับกรอบ Health Belief Model ในองค์ประกอบการรับรู้ประโยชน์ (Perceived Benefits) และการรับรู้ความรุนแรงของโรค (Perceived Severity) ที่ชี้ว่าการรับรู้ประโยชน์และความรุนแรงของโรคมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมสุขภาพ และ Theory of Planned Behavior ในองค์ประกอบทัศนคติต่อพฤติกรรม (Attitude toward the Behavior) และความตั้งใจเชิงพฤติกรรม (Behavioral Intention) ที่อธิบายบทบาทของทัศนคติและความตั้งใจต่อการแสดงพฤติกรรม⁽⁹⁻¹⁰⁾ หลักฐานเชิงประจักษ์สนับสนุนว่าความรู้ ความเชื่อ และแรงจูงใจสัมพันธ์กับการไม่ขาดนัดในผู้ป่วยเรื้อรัง⁽²²⁾ ปัจจัยด้านระบบบริการสุขภาพ อยู่ในระดับมากที่สุด โดยเฉพาะความชัดเจนของวันนัด การสื่อสารที่เข้าใจง่าย และการบริหารเวลาที่เหมาะสม สอดคล้องกับหลักฐานว่าระบบนัดหมายที่มีประสิทธิภาพ และการแจ้งเตือนล่วงหน้าช่วยลดการขาดนัดได้อย่างมีนัยสำคัญ^(12,23) และความพึงพอใจต่อการบริการสัมพันธ์กับการกลับมาใช้บริการอย่างต่อเนื่อง⁽²⁴⁾ ปัจจัยด้านครอบครัวและสังคมมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมมารตามนัตในทิศทางเชิงลบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจแสดงว่าการสนับสนุนจากครอบครัวและสังคมในบางลักษณะไม่ได้เอื้อต่อการมารตามนัตอย่างสม่ำเสมอ เช่น ผู้ป่วยอาจเกิดการพึ่งพาผู้อื่นมากเกินไปส่งผลให้ขาดความรับผิดชอบในการจัดการสุขภาพของตนเอง หรือในบางกรณี ครอบครัวอาจมีข้อจำกัดด้านเวลา ภาระงาน หรือทรัพยากร ทำให้การสนับสนุนไม่ต่อเนื่อง นอกจากนี้การสนับสนุนทางสังคมที่ไม่เหมาะสม เช่น การให้ข้อมูลที่คลาดเคลื่อน หรือการลดทอนความสำคัญของการมารตามนัต อาจส่งผลเชิงลบต่อพฤติกรรมของผู้ป่วยได้ ผลการศึกษานี้ไม่สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่รายงานว่าการสนับสนุนทางสังคมมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความร่วมมือในการรักษา⁽¹³⁾ ทั้งนี้อาจเกิดจากความแตกต่างของบริบทพื้นที่ ในงานวิจัยครั้งนี้ซึ่งเป็นพื้นที่กึ่งอุตสาหกรรมตลอดจนลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง หรือรูปแบบและคุณภาพของการสนับสนุนจากครอบครัวและสังคมที่แตกต่างกัน

ดังนั้นหน่วยบริการสุขภาพควรส่งเสริมบทบาทของครอบครัวและเครือข่ายสังคมในลักษณะที่เหมาะสม โดยมุ่งเน้นการเสริมสร้างความรับผิดชอบของผู้ป่วยควบคู่กับการสนับสนุนที่มีคุณภาพ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความต่อเนื่องของพฤติกรรมตามมาตามนัยอย่างยั่งยืน แนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดเรื่อง subjective norms ในทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน (Theory of Planned Behavior: TPB) ในองค์ประกอบ “บรรทัดฐานเชิงอัตวิสัย” (subjective norms) ซึ่งอธิบายว่า ความคาดหวังและแรงสนับสนุนจากบุคคลสำคัญ เช่น ครอบครัว และเพื่อน มีอิทธิพลต่อความตั้งใจและพฤติกรรมของบุคคลโดยตรง ทั้งในด้านการส่งเสริมและการบันทึกพฤติกรรมตามมาตามนัยของผู้ป่วย⁽¹⁰⁾ ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะความสะดวกในการเข้าถึงสถานบริการและระบบคมนาคมที่เอื้อต่อการเดินทาง มีบทบาทสำคัญต่อการใช้บริการอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับหลักฐานที่ระบุว่า ระยะทางและข้อจำกัดด้านการขนส่งเป็นอุปสรรคต่อการเข้าถึงบริการสุขภาพ⁽¹⁴⁾ และสอดคล้องกับกรอบแนวคิดขององค์การอนามัยโลกที่เน้นความสำคัญของการจัดบริการที่มีประสิทธิภาพและการเข้าถึงบริการ (accessibility และ service delivery) ในฐานะองค์ประกอบหลักของระบบสุขภาพที่เข้มแข็ง⁽²⁵⁾

2) ระดับพฤติกรรมตามมาตามนัยของผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs) พบว่า มีระดับพฤติกรรมตามมาตามนัยในระดับมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าผู้ป่วยส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับการติดตามการรักษาอย่างต่อเนื่อง โดยตระหนักว่า การทำตามนัดเป็นกลไกสำคัญในการควบคุมโรค ป้องกันภาวะแทรกซ้อน และลดความรุนแรงของโรคในระยะยาว ผู้ป่วยจำนวนมากมีการวางแผนล่วงหน้าเพื่อไม่ให้พลาดนัด เช่น การจัดเตรียมเอกสารทางการแพทย์ การเตรียมยา หรือการจัดสรรเวลาในการเดินทางมายังสถานบริการ ซึ่งแสดงถึงความรับผิดชอบต่อสุขภาพของตนเองอย่างชัดเจน พฤติกรรมดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดเรื่องความร่วมมือในการรักษา (treatment adherence) ที่ระบุว่าการปฏิบัติตามคำแนะนำของบุคลากรทางการแพทย์อย่างสม่ำเสมอ ทั้งการทำตามนัดและการรับประทานยา มีความสัมพันธ์โดยตรงกับผลลัพธ์ทางสุขภาพที่ดีในผู้ป่วยโรคเรื้อรัง โดยเฉพาะโรคความดันโลหิตสูง⁽²⁶⁾ ในเชิงทฤษฎี ผลการศึกษานี้สามารถอธิบายได้ด้วยกรอบแนวคิด Health Belief Model ซึ่งเสนอว่าเมื่อบุคคลรับรู้ถึงความรุนแรงของโรคและประโยชน์ของการรักษา จะมีแนวโน้มปฏิบัติพฤติกรรมสุขภาพอย่างต่อเนื่อง⁽⁹⁾

3) ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมตามมาตามนัย ผลการศึกษพบว่า ปัจจัยทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ปัจจัยด้านบุคคล ระบบบริการสุขภาพ ครอบครัวและสังคม และสิ่งแวดล้อมของผู้ป่วย NCDs สามารถร่วมกันทำนายพฤติกรรมตามมาตามนัยได้ร้อยละ 41 โดยมีปัจจัยด้านระบบบริการสุขภาพเป็นตัวทำนายที่สำคัญที่สุด รองลงมา คือ ปัจจัยด้านครอบครัวและสังคม สิ่งแวดล้อม และปัจจัยด้านบุคคล สอดคล้องกับแนวคิดขององค์การอนามัยโลกที่ชี้ให้เห็นความสำคัญของระบบบริการสุขภาพที่เข้มแข็งและการจัดระบบบริการที่ตอบสนองต่อความต้องการผู้ป่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพของการดูแล⁽¹¹⁾ รวมทั้งสอดคล้องกับหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ระบุว่าระบบนัดหมายที่มีประสิทธิภาพ การเตือนนัด และการจัดบริการที่เอื้อต่อการเข้าถึง สามารถลดการขาดนัดและเพิ่มความต่อเนื่องของการรักษาได้อย่างมีนัยสำคัญ^(5,12,24) ขณะเดียวกัน บทบาทของครอบครัวและเครือข่ายสังคม รวมทั้งสิ่งแวดล้อมด้านการเดินทางและการเข้าถึงสถานบริการ ถูกยืนยันซ้ำจากงานวิจัยก่อนหน้านี้ว่ามีความสำคัญต่อการมารับบริการและความร่วมมือในการรักษา^(8,13-14,23) ผลการศึกษานี้จึงตอกย้ำว่าการส่งเสริมพฤติกรรมตามมาตามนัยของผู้ป่วย NCDs ในระดับปฐมภูมิจำเป็นต้องดำเนินการแบบบูรณาการ ทั้งด้านการพัฒนาระบบบริการ เพิ่มคุณภาพและความพึงพอใจของผู้รับบริการ⁽²⁵⁾ เสริมสร้างการสนับสนุนทางสังคมที่เหมาะสม และลดอุปสรรคด้านสิ่งแวดล้อมควบคู่กับการเสริมสร้างศักยภาพส่วนบุคคลของผู้ป่วย เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องในการดูแลและลดภาระโรคในระยะยาว^(2,6)

สรุป

ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า พฤติกรรมตามมาตามนัยของผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังไม่ได้เกิดจากปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งเพียงลำพัง แต่เป็นผลจากการบูรณาการของปัจจัยหลายมิติ ทั้งด้านบุคคล ระบบบริการสุขภาพ ครอบครัวและสังคม รวมถึงสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะระบบบริการสุขภาพซึ่งมีบทบาทสำคัญในการกำหนดความต่อเนื่องของการเข้ารับบริการ แสดงให้เห็นว่าการจัดบริการที่มีประสิทธิภาพ เข้าถึงง่าย และมีการสื่อสาร

ที่ชัดเจน สามารถเสริมสร้างพฤติกรรมสุขภาพที่พึงประสงค์ได้อย่างเป็นรูปธรรม นอกจากนี้การสนับสนุนจากครอบครัวและสังคม รวมถึงบริบทแวดล้อมที่เอื้อต่อการเข้าถึงบริการล้วนเป็นกลไกสำคัญที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้ป่วยสามารถปฏิบัติตามแผนการรักษาได้อย่างต่อเนื่อง ขณะที่ปัจจัยด้านบุคคล เช่น ความเชื่อ แรงจูงใจ และความตั้งใจ ยังคงเป็นพื้นฐานสำคัญของการตัดสินใจเชิงพฤติกรรม

ดังนั้นการพัฒนารูปแบบการดูแลผู้ป่วย NCDs ในระดับปฐมภูมิ ควรมุ่งเน้นแนวทางเชิงระบบที่ครอบคลุมทั้งการยกระดับคุณภาพบริการ การเสริมสร้างการมีส่วนร่วมของครอบครัว และชุมชน และการจัดการสิ่งแวดล้อมให้เอื้อต่อการเข้าถึงบริการ ควบคู่กับการส่งเสริมศักยภาพผู้ป่วย เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องในการรักษาและนำไปสู่ผลลัพธ์ทางสุขภาพที่ยั่งยืนในระยะยาว

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. พัฒนาระบบนัดหมายและการสื่อสารให้มีประสิทธิภาพ โดยโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบางเพรียง ควรจัดให้มีระบบแจ้งเตือนนัดล่วงหน้าอย่างน้อย 2 ครั้ง (ก่อนนัด 3 วัน และ 1 วัน) ผ่านโทรศัพท์ หรือข้อความพร้อมระบบยืนยันนัด และบันทึกข้อมูลในทะเบียนนัดอย่างเป็นระบบ ควบคู่กับการพัฒนาทักษะการสื่อสารของบุคลากร เช่น การสื่อสารแบบเข้าใจง่ายและการตรวจสอบความเข้าใจของผู้ป่วย (teach-back) เพื่อให้ผู้ป่วยตระหนักถึงความสำคัญของการมาตามนัด โดยตั้งเป้าหมายให้ผู้ป่วยได้รับการแจ้งเตือนไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 และลดอัตราการขาดนัดลงอย่างน้อยร้อยละ 20 ภายใน 6 เดือน

2. เสริมสร้างการมีส่วนร่วมของครอบครัวและชุมชน โดยโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบางเพรียง ควรจัดกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs) ร่วมกับครอบครัว และอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้านอย่างน้อยไตรมาสละ 1 ครั้ง พร้อมจัดทำทะเบียนผู้ป่วยกลุ่มเสี่ยงขาดนัดและมอบหมายให้สาธารณสุขประจำหมู่บ้านและครอบครัว มีบทบาทในการติดตามและเตือนนัดอย่างต่อเนื่อง โดยตั้งเป้าหมายให้ผู้ป่วยอย่างน้อยร้อยละ 70 มีผู้ดูแลร่วมติดตาม และลดอัตราการขาดนัดในกลุ่มนี้ลงไม่น้อยกว่าร้อยละ 25

3. สนับสนุนการเข้าถึงบริการอย่างยั่งยืน โดยโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบางเพรียง ควรประสานองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเพื่อสนับสนุนการเดินทางของผู้สูงอายุหรือกลุ่มเสี่ยง เช่น การจัดบริการรับ-ส่ง หรือสนับสนุนค่าพาหนะ รวมทั้งจัดระบบติดตามเชิงรุกสำหรับผู้ป่วยที่ขาดนัด โดยดำเนินการติดตามภายใน 48 ชั่วโมง ผ่านการโทรศัพท์หรือเยี่ยมบ้าน และจัดกลุ่มผู้ป่วยตามระดับความเสี่ยงเพื่อกำหนดความถี่ในการติดตาม โดยตั้งเป้าหมายให้ผู้ป่วยขาดนัดได้รับการติดตามไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 และกลับเข้าสู่ระบบการรักษาไม่น้อยกว่า ร้อยละ 80

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยครั้งต่อไปควรดำเนินการวิจัยกึ่งทดลอง เพื่อประเมินประสิทธิผลของมาตรการ เช่น ระบบแจ้งเตือนนัดและการติดตามเชิงรุก โดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ได้รับมาตรการกับกลุ่มที่ได้รับการตามปกติและติดตามผลอย่างน้อย 6-12 เดือน โดยใช้ตัวชี้วัดหลัก ได้แก่ อัตราการขาดนัด ความต่อเนื่องในการรักษาและตัวชี้วัดทางคลินิก เช่น ระดับความดันโลหิตหรือระดับน้ำตาลในเลือด นอกจากนี้ควรขยายการศึกษาไปยังหลายพื้นที่เพื่อเปรียบเทียบบริบท และเพิ่มความสามารถในการอ้างอิงผล รวมทั้งดำเนินการวิจัยเชิงคุณภาพ เช่น การสัมภาษณ์เชิงลึกหรือสนทนากลุ่ม เพื่อทำความเข้าใจอุปสรรคในการมาตามนัด และควรมีการศึกษาด้านต้นทุน-ประสิทธิผลของมาตรการดังกล่าว เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบายและการขยายผลในระดับที่กว้างขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณนายแพทย์สาธารณสุขจังหวัด สาธารณสุขอำเภอ ผู้อำนวยการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล และเจ้าหน้าที่สาธารณสุขในอำเภอบางบ่อ ที่ให้ความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวกระหว่างการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย ขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่ตำบลบางเปรี้ยว อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ และผู้ป่วยทุกคนที่สละเวลาตอบแบบสอบถาม

เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization. Noncommunicable diseases [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2023 [cited 2026 Apr 27]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>
2. Ministry of Public Health. Thailand NCDs situation report 2024. Nonthaburi: Ministry of Public Health; 2024.
3. Aekplakorn W, editor. Thai National Health Examination Survey VI 2019 [Internet]. Nonthaburi: Health Systems Research Institute; 2021 [cited 2026 Apr 27]. Available from: <https://online.fliphtml5.com/bcbgj/znee/>
4. Zhou B, Bentham J, Di Cesare M, Bixby H, Danaei G, Cowan MJ, et al. Worldwide trends in hypertension prevalence and progress in treatment and control from 1990 to 2019: a pooled analysis of 1,201 population-representative studies with 104 million participants. *Lancet*. 2021;398(10304):957-80.
5. Neal RD, Hussain-Gambles M, Allgar VL, Lawlor DA, Dempsey O. Reasons for and consequences of missed appointments in general practice in the UK: questionnaire survey and prospective review of medical records. *Br J Gen Pract*. 2005;55(521):108-13.
6. Dantas LF, Fleck JL, Cyrino Oliveira FL, Hamacher S. No-shows in appointment scheduling— a systematic literature review. *BMC Health Serv Res*. 2018;18(1):1-10.
7. Kaplan-Lewis E, Percac-Lima S. No-show to primary care appointments: why patients do not come. *J Prim Care Community Health*. 2013;4(4):251-5.
8. Lacy NL, Paulman A, Reuter MD, Lovejoy B. Why we don't come: patient perceptions on no-shows. *J Gen Intern Med*. 2004;19(11):1163-8.
9. Rosenstock IM. Historical origins of the health belief model. *Health Educ Monogr*. 1974;2(4): 328-35.
10. Ajzen I. The theory of planned behavior. *Organ Behav Hum Decis Process*. 1991;50(2):179-211.
11. World Health Organization. Everybody's business: strengthening health systems to improve health outcomes. Geneva: World Health Organization; 2007.
12. Guy R, Hocking J, Wand H, Stott S, Ali H, Kaldor J, et al. How effective are short message service reminders at increasing clinic attendance? A meta-analysis and systematic review. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012;CD001161.
13. DiMatteo MR. Social support and patient adherence to medical treatment: a meta- analysis. *Health Psychol*. 2004;23(2):207-18.
14. Syed ST, Gerber BS, Sharp LK. Traveling towards disease: transportation barriers to health care access. *J Community Health*. 2013;38(5):976-93.

15. Samut Prakan Provincial Public Health Office. Samut Prakan health situation report 2025. Samut Prakan: SPPHO; 2025.
16. Faul F, Erdfelder E, Buchner A, Lang A-G. Statistical power analyses using G*Power 3.1: tests for correlation and regression analyses. *Behav Res Methods*. 2009;41(4):1149-60.
17. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd ed. Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaum Associates; 1988.
18. Tabachnick BG, Fidell LS. Using multivariate statistics. 6th ed. Boston (MA): Pearson; 2013.
19. Lakens D. Sample size justification. *Collabra Psychol* [Internet]. 2022 [cited 2026 May22]; 8(1):33267. Available from: <https://www.collabra.org/article/10.1525/collabra.33267>
20. Srisaard B. Introduction to research. 9th ed. Bangkok: Suwiriyaarn; 2017.
21. Kitpreedaburisuth B. Techniques for developing research data collection tools. 5th ed. Bangkok: Chulalongkorn University Press; 2006.
22. Phuthangna P. Factors associated with adherence to scheduled annual health check-up appointments among clients at Health Center Region 10, Ubon Ratchathani. *Health Center Region 10 Journal*. 2021;9(2):59-72.
23. Gupta D, Denton B. Appointment scheduling in health care: challenges and opportunities. *IIE Trans*. 2008;40(9):800-19.
24. Batbaatar E, Dorjdagva J, Luvsannyam A, Savino MM, Amenta P. Determinants of patient satisfaction: a systematic review. *Perspect Public Health*. 2017;137(2):89-101.
25. World Health Organization. Monitoring the building blocks of health systems: a handbook of indicators and their measurement strategies. Geneva: WHO; 2010.
26. Burnier M. Drug adherence in hypertension. *Hypertension*. 2021;77(4):1103-10.

ความท้าทายที่สำคัญและการประยุกต์ใช้แอปพลิเคชัน ในนวัตกรรมการดูแลผู้สูงอายุในประเทศไทย

ณัฏชา สวรรค์วัฒนกุล
ศุภิมน มังคลรังษี

โรงเรียนประชานานาชาติ
นักวิจัยอิสระ

DOI: 10.14456/jrpsi.2026.12

Received: August 5, 2025 | Revised: December 13, 2025 | Accepted: January 14, 2026

บทคัดย่อ

ประเทศไทยกำลังก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุระดับสุดยอดอย่างรวดเร็ว โดยมีการคาดการณ์ว่าภายในปี 2574 ประชากรมากกว่า 28% จะมีอายุ 60 ปีขึ้นไป ปัจจุบันประเทศไทยจัดอยู่ในกลุ่มประเทศที่มีประชากรสูงอายุเพิ่มขึ้นรวดเร็วที่สุดในโลก จากประชากรทั้งหมดประมาณ 67 ล้านคน มีผู้สูงอายุ (อายุ 60 ปีขึ้นไป) ประมาณ 12 ล้านคน การเปลี่ยนแปลงเชิงประชากรนี้ก่อให้เกิดความท้าทายอย่างมากต่อระบบสาธารณสุข ระบบสังคมและเศรษฐกิจของประเทศ เพื่อตอบสนองต่อสถานการณ์ดังกล่าวได้มีการพัฒนา “นวัตกรรมการดูแลผู้สูงอายุ” หลากหลายรูปแบบ ตั้งแต่เทคโนโลยีสุขภาพดิจิทัลไปจนถึงโครงการดูแลแบบชุมชนเพื่อรองรับการดูแลประชากรสูงอายุที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อระบุความท้าทายหลักในระบบการดูแลผู้สูงอายุของประเทศไทย ทบทวนแนวทางนวัตกรรมที่มีอยู่ในปัจจุบัน และเสนอแนวทางเชิงกลยุทธ์สำหรับการประยุกต์ใช้นวัตกรรมด้านผู้สูงอายุให้เหมาะสมกับบริบททางเศรษฐกิจและวัฒนธรรมของประเทศ การศึกษานี้เป็นการทบทวนวรรณกรรมเชิงพรรณนา (Narrative Review) โดยรวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูล Google Scholar, PubMed และ ThaiJo ระหว่างปี 2553-2566 ครอบคลุมทั้งวรรณกรรมภาษาอังกฤษและภาษาไทย บทความวิชาการ รายงานเชิงนโยบาย และงานวิจัยที่คัดเลือกมาได้รับการวิเคราะห์และสังเคราะห์เชิงประเด็นให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา ผลการศึกษาพบว่า ระบบการดูแลผู้สูงอายุของประเทศไทยยังคงเผชิญกับปัญหาหลัก ได้แก่ การขาดแคลนผู้ดูแล ความไม่มั่นคงทางการเงินของผู้สูงอายุ และทักษะการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลที่อยู่ในระดับต่ำ แม้จะมีการพัฒนานวัตกรรม เช่น ระบบการแพทย์ทางไกล (Telehealth) บ้านอัจฉริยะ และรูปแบบการดูแลแบบชุมชน แต่การดำเนินงานยังขาดความเชื่อมโยงและไม่ทั่วถึงทั่วประเทศ อุปสรรคสำคัญ ได้แก่ โครงสร้างพื้นฐานด้านดิจิทัลที่ยังไม่เพียงพอ ค่านิยมทางวัฒนธรรมที่ยังยึดโยงกับการดูแลแบบครอบครัว และการขาดระบบเชื่อมต่อข้อมูลสุขภาพระหว่างหน่วยงานต่างๆ ประสพการณ์จากประเทศญี่ปุ่น เกาหลีใต้ และสิงคโปร์ ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของระบบการเงินที่มีโครงสร้างชัดเจน การฝึกอบรมผู้ดูแล และการออกแบบที่เน้นผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง เพื่อส่งเสริมการขยายผลนวัตกรรมอย่างยั่งยืน สรุปได้ว่าการส่งเสริมการนำนวัตกรรมด้านการดูแลผู้สูงอายุมาใช้ในประเทศไทยจำเป็นต้องอาศัยแนวทางที่เหมาะสมกับบริบทมีความครอบคลุม และมุ่งเน้นการมีส่วนร่วมของชุมชน โดยผสมผสานเทคโนโลยีเข้ากับการบริการที่เน้นมนุษย์เป็นศูนย์กลาง ควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาทักษะดิจิทัล การเข้าถึงบริการอย่างเท่าเทียม และระบบติดตามประเมินผลอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดการดูแลผู้สูงอายุที่มีคุณภาพและยั่งยืนในสังคมไทยที่กำลังสูงวัยอย่างรวดเร็ว

ติดต่อผู้พิมพ์: ณัฏชา สวรรค์วัฒนกุล

อีเมล: fah.natchasw@gmail.com

คำสำคัญ: ประชากรผู้สูงอายุ, การดูแลผู้สูงอายุ, นวัตกรรมสุขภาพ, ประเทศไทย, สุขภาพดิจิทัล

Key Challenges and Strategic Applications of Elderly Care Innovation in Thailand

Natcha Swanwattanakul

Sujimon Mungkalarungsi

International Community School

Independent Researcher

Abstract

Thailand is rapidly transitioning into a super-aged society, with projections indicating that more than 28% of the population will be aged 60 or older by 2031. Currently, the country ranks among the fastest-aging nations in the world. Of its approximately 67 million people, about 12 million are aged 60 and older. This demographic shift poses significant challenges for the country's healthcare, social, and economic systems. In response, various innovations in elderly care, from digital health solutions to community-based interventions, are being developed to support the aging population. This study aims to identify the key challenges in Thailand's elderly care system, review current innovations, and propose strategies for implementing elderly care innovations tailored to the country's socio-economic and cultural context. A narrative review was conducted using sources from Google Scholar, PubMed, and ThaiJo between 2010 and 2023, including both English and Thai literature. The selected academic articles and policy reports and research studies were thematically analyzed and synthesized in line with the study's objectives.

Thailand's elderly care system faces persistent challenges, including caregiver shortages, financial insecurity, and low digital literacy among older adults. Although innovations such as telehealth platforms, smart home systems, and community-based care models have been developed, their implementation remains fragmented. Key barriers include insufficient digital infrastructure, cultural preferences for family-based care, and the lack of interoperability across health systems. Lessons from Japan, South Korea, and Singapore highlight the importance of structured financing, comprehensive caregiver training, and user-centered design in scaling innovation sustainably.

In conclusion, strengthening elderly care innovation in Thailand requires a context-sensitive and inclusive approach that integrates technology with human-centered services, community participation, and intersectoral collaboration. Priority should be given to digital literacy enhancement, equitable access, and continuous monitoring to ensure sustainable, high-quality care for Thailand's rapidly aging population.

Corresponding Author: Natcha Swanwattanakul **E-mail:** fah.natchasw@gmail.com

Keywords: Aging population, Elderly care, Health innovation, Thailand, Digital health

Introduction

Thailand is undergoing a profound demographic transition, with the proportion of its population aged 60 years and older projected to exceed 28% by 2031, officially entering the stage of a super-aged society. Currently, the country ranks among the fastest-aging nations in the world. Of its approximately 67 million people, about 12 million are aged 60 and older, according to the latest national statistics report⁽¹⁾. This rapid aging trend, driven by increased life expectancy and declining fertility rates, presents significant challenges to the nation's

healthcare system, economy, and social support structures. Older adults in Thailand are increasingly affected by chronic diseases, physical and cognitive decline, and a growing dependency on long-term care services. Traditional family-based care models are becoming less sustainable due to urbanization, labor migration, and smaller household sizes.

In response to these challenges, both the public and private sectors have introduced innovations aimed at improving elderly care. These include digital health platforms, telemedicine services, smart home technologies, caregiving robotics, and mobile care units program such as “CloudNurse” provide digital health record systems for elderly patients, while the MEDEE initiative provides digital literacy training for seniors to support their engagement with technology^(2,3). Additionally, university-led projects, such as Chulalongkorn University’s “Chula Ari,” have pioneered the development of assistive robotics for elderly care. However, the application and adoption of these innovations remain limited in scope and uneven across regions.

Despite these promising developments, the widespread implementation of elderly care innovations in Thailand has lagged behind the growing needs of its aging population. Many innovations remain confined to urban pilot projects or academic institutions, with limited integration into community-based health systems. The urgency to scale up effective models, enhance accessibility, and adapt solutions to the diverse needs of elderly Thais is now greater than ever.

Current research has explored individual innovations and demographic challenges; however, it lacks a comprehensive synthesis that connects elderly care challenges, innovation applications, and actionable strategies for effective implementation. Moreover, there has been limited evaluation of how these innovations can be sustainably adopted, especially in rural or low-income settings where elderly support systems are weakest. Furthermore, digital literacy remains a major barrier, and little is known about how older adults perceive and interact with new technologies.

This review aims to address these gaps by (1) identifying and analyzing the key challenges in Thailand’s elderly care system; (2) reviewing current innovative practices and technologies implemented in elderly care; and (3) proposing strategies for how elderly innovation should be effectively applied in Thailand, considering its socio-economic and cultural context. The goal is to inform future policy development, research, and investment toward elderly care systems that are both innovative and inclusive.

Methodology

This study employed a narrative review design to synthesize evidence on elderly care challenges and innovation strategies in Thailand. A systematic literature search was conducted across PubMed, ThaiJo, and Google Scholar for studies published between January 2010 and December 2023, using combinations of English and Thai keywords such as “elderly care,” “aging population,” “innovation,” “digital health,” “telemedicine,” “assistive technology,” and “community-based care.” Additional grey literature, including national policy documents and program reports from the Ministry of Public Health, National Innovation Agency (NIA), World Health Organization (WHO), and United Nations Population Fund (UNFPA), was retrieved through manual reference checks to ensure comprehensive coverage. Articles were included

if they focused on Thailand's elderly care systems, innovations, or health interventions, and provided empirical findings, program evaluations, or policy analysis. Commentaries lacking empirical data, studies unrelated to Thailand, or purely clinical trials without system-level relevance were excluded. Findings were synthesized thematically under three analytic domains: (1) key challenges in elderly care, including caregiver shortages, financial insecurity, and low digital literacy; (2) current innovative practices, such as telehealth platforms, smart home technologies, Village Health Volunteer programs, and digital literacy initiatives; and (3) strategies for effective application tailored to Thailand's socio-economic and cultural context.

Literature Review

Demographic and Systemic Context

Thailand's transition into a super-aged society where more than 28% of the population will be aged 60 years or older by 2031 has created profound challenges for healthcare, social welfare, and economic systems^(1,2). Traditional family-based care models, once the backbone of elderly support, are increasingly strained by urban migration, declining fertility rates, and shrinking household sizes, resulting in rising a growing numbers of elderly living alone or relying on limited community resources⁽⁴⁾. Approximately 34% of Thai seniors live below the poverty line, and many retiree possess savings far below the threshold required for sustainable long-term care, thereby heightening dependence on public assistance⁽⁵⁾.

Medical and Functional Challenges

Chronic diseases, multimorbidity, and functional decline are major drivers of care dependency. Dementia affects an estimated 2-10% of Thai older adults⁽⁶⁾, while more than 360,000 individuals are bedridden or homebound due to stroke, cardiovascular disease, or diabetes-related complications^(7,8). These conditions require intensive and continuous care; however, caregiver shortages particularly in rural provinces remain severe, resulting in unmet care needs, caregiver burnout, and increased hospitalization rates⁽⁹⁾.

Current Innovative Practices

Innovations in elderly care are emerging across Thailand, encompassing both digital health technologies and community-based models. Digital health and telemedicine programs, initiatives, such as *CloudNurse* and various telemedicine platforms developed during the COVID-19 pandemic, have facilitated remote consultations, follow-up care, and medication management, thereby reducing travel burdens and wait times for older adults⁽¹⁰⁾. Assistive technologies are also gaining momentum, with smart home systems featuring motion sensors, AI-assisted rehabilitation devices, and fall detection technologies being piloted in Bangkok and other urbanized provinces to enhance safety and promote independence among older adults⁽¹¹⁾. Beyond high-tech solutions, community-based innovations play a vital role, particularly in rural settings. Village Health Volunteers (VHVs) equipped with digital tablets for health monitoring, mobile elderly care units, and intergenerational activity centers have been shown to foster social participation and improve continuity of care⁽¹²⁾. Complementing these initiatives are digital literacy programs, such as the MEDEE initiative, which have

significantly strengthened older adults' ability to use smartphones and e-health applications, thereby facilitating the boarder adoption of telehealth and online healthcare services⁽³⁾.

Barriers to Adoption

Despite these promising developments, the adoption of elderly care innovations in Thailand remains uneven. Digital literacy continues to be a critical bottleneck, particularly in rural areas where many older adults lack basic smartphone and internet skills⁽³⁾. Financial and infrastructure constraints further limit implementation in low-resource settings, while cultural preferences for family-based caregiving sometimes create resistance to technology-assisted care⁽⁴⁾. Furthermore, the lack of interoperability across digital health platforms leads to fragmented health data and hinders the continuity of care⁽¹⁰⁾.

Global Lessons and Benchmarking

Lessons from other aging societies highlight potential pathways for Thailand. Japan's Long-Term Care Insurance (LTCI) model demonstrates how structured financing mechanisms can expand access to home- and community-based care, while South Korea's telehealth reimbursement policies have accelerated digital health adoption⁽¹³⁾. Singapore's Smart Nation Health initiatives emphasize the importance of user-centered design, caregiver training, and robust data governance key elements that could inform the development of Thailand's elderly care innovation strategies⁽¹⁾. Most Thai studies have examined individual pilot projects or isolated innovations, with limited system level evaluation of scalability, cost-effectiveness, and long-term outcomes^(9,12). Research on cultural perceptions of digital health and mechanisms for building trust between users and technology remains limited. Moreover, longitudinal studies assessing caregiver burden reduction, hospital utilization, and quality-of-life outcomes are needed to inform evidence-based policymaking.

Key challenges in Thailand's elderly care system

Thailand is currently facing a multifaceted elderly care crisis driven by rapid demographic shifts, increasing health burdens, and systemic inadequacies in long-term care. One of the most pressing medical challenges is dementia, a neurodegenerative disorder affecting memory, cognition, and behavior. Estimates suggest that 2–10% of the elderly population in Thailand potentially more than one million individuals are living with dementia⁽⁴⁾. The condition manifests in stages, progressing from mild forgetfulness to severe disorientation, aggressive behavior, and complete dependence. The primary causes include brain atrophy, stroke, and infections, with current management strategies encompassing cognitive training, emotional therapy, pharmacological treatments (e.g., Donepezil and Rivastigmine), and caregiver support services.

Alongside cognitive decline, physical disability and functional dependency are becoming increasingly prevalent. As of 2025, approximately 236,000 older adults in Thailand are classified as bedridden, while an additional 126,000 are considered homebound⁽¹⁵⁾. The most common underlying causes are stroke-related complications including ischemic and hemorrhagic strokes as well as chronic illnesses such as diabetes and cardiovascular

diseases⁽⁷⁾. These conditions frequently result in long-term physical, sensory, and cognitive impairments that require intensive and continuous care.

However, many older adults do not receive adequate support due to a shortage of caregivers, particularly in rural and low-income areas. A study by Phetsitong and Vapattanawong⁽⁹⁾ revealed that the northeastern region of Thailand has the highest unmet caregiver needs, whereas Bangkok exhibits the highest demand for care services. Several factors contribute to this disparity, including the out-migration of working-age family members, declining family size, and limited financial capacity to hire formal caregivers. In many cases, elderly individuals are left without adequate supervision or rely on underfunded community-based volunteer programs for essential services such as food preparation, medication reminders, and personal hygiene⁽⁸⁾. These programs frequently face budgetary constraints and lack trained personnel, limiting their effectiveness and long-term sustainability.

The issue is further compounded by economic vulnerability among the elderly. Approximately 34% of older adults in Thailand live below the poverty line, and many retirees possess savings of less than \$1,300 USD well below the estimated \$100,000 USD required for a secure retirement in Bangkok⁽⁶⁾. This financial strain prevents access to healthcare services, assistive devices, and age-friendly housing. According to Paek and Zhang⁽³⁾, Thailand's situation is particularly precarious because it is becoming an aged society before achieving high-income status a phenomenon often described as "getting old before getting rich." This demographic transition highlights the development of robust social safety nets and long-term care systems, further intensifying the strain on public health infrastructure and the national healthcare system.

Overall, Thailand's elderly care system is under severe pressure from rising medical needs, insufficient caregiving infrastructure, and increasing economic inequality. Without coordinated national strategies that expand home- and community-based care and establish financial protection mechanisms, Thailand's aging crisis is expected to worsen as the population continues to age rapidly.

Current innovative practices

As Thailand transitions into a super-aged society, with more than 20% of the population expected to be aged 60 and above by 2035, the country is facing growing challenges in elderly care⁽¹⁾. In response, there has been increasing interest in applying innovative technologies and practices to support the aging population. Technological innovations currently implemented in Thailand include telehealth platforms for remote consultations, wearable health monitoring devices, AI-assisted rehabilitation tools, and smart home modifications designed to enhance safety and independence⁽¹⁰⁾. Similarly, smart home systems equipped with motion sensors and emergency alerts have been integrated into some community elderly homes to reduce risks and improve monitoring⁽²⁾.

In addition to high-tech solutions, community-based and service-driven innovations play a crucial role, particularly in rural areas. Mobile elderly care units, trained village health volunteers (VHVs) utilizing digital health records, and intergenerational activity centers are examples of non-digital innovations that promote holistic well-being and social inclusion

among elderly Thais⁽⁸⁾. Government-led initiatives, such as the Ministry of Public Health's long-term care program and the support of the National Innovation Agency (NIA), have further stimulated public-private collaborations.

However, the adoption of elderly care innovations in Thailand continues to face significant barriers. Digital literacy among the elderly population remains limited, particularly in rural and low-income areas, which affects the usability of high-tech tools⁽⁹⁾. Financial and infrastructural limitations further impede large-scale implementation, while cultural values emphasizing family-based caregiving often result in resistance to technology-assisted care⁽⁴⁾. Moreover, the absence of system-wide standardization, resulting in has resulted in fragmented data and limited interoperability across digital health platforms⁽¹²⁾.

Although progress is evident, current innovation efforts are often concentrated in urban centers and lack rigorous, long-term evaluation. Empirical studies assessing the cost-effectiveness, satisfaction levels, and health outcomes associated with elderly care innovation are still limited. Therefore, this study aims to review and synthesize existing elderly care innovation practices across Thailand, with the goal of identifying promising models, highlighting implementation gaps, and informing future policy and research directions to enhance elderly care through innovation.

Proposing strategies for how elderly innovation should be effectively applied

As Thailand faces a demographic shift toward becoming a super-aged society, the application of innovation in elderly care is no longer optional it is a necessity. While various technologies and service models have been piloted nationwide, the question of how innovation should be applied remains central to ensuring effectiveness, equity, and sustainability. A growing body of literature emphasizes that elderly care innovation in Thailand must be context-sensitive, affordable, and accessible to older adults across diverse settings urban, rural, and remote⁽⁴⁾. Experts recommend that technological solutions such as telehealth, smart homes, and wearable monitoring devices should be designed with usability in mind, considering the limited digital literacy of many older Thai adults who are unfamiliar with smartphones or internet-based systems⁽⁹⁾. Moreover, innovation should not be limited to high-tech applications; low-cost, community-based solutions such as mobile clinics, trained village health volunteers, and AI-assisted screening kiosks have shown promise in bridging gaps in care⁽⁸⁾.

To apply elderly innovation effectively, integrated care models that combine technology with human-centered services are crucial. For example, the implementation of smart home devices should be complemented by regular home visits and caregiver support to promote sustained use and build trust among older adults. The Ministry of Public Health and National Innovation Agency (NIA) have emphasized the importance of public-private partnerships and regional pilot programs to evaluate feasibility before national scale-up⁽¹¹⁾. Furthermore, equity must be prioritized, as many innovations are concentrated in Bangkok and other developed provinces, leaving rural elders with limited access. Government support should focus on inclusive policies, subsidized technologies, and digital literacy training for

both the elderly and caregivers. Universities and research centers can play a critical role by engaging the elderly in co-designing products and services that reflect their actual needs⁽¹⁰⁾.

Finally, continuous monitoring and evaluation are essential to ensure that innovation achieves its intended impact. These assessments should encompass user satisfaction, reductions in caregiver burden, improvements in health outcomes, and overall cost-effectiveness. Without such feedback mechanisms, innovations risk remaining underused or abandoned. In conclusion, elderly innovation in Thailand should be applied through a holistic, inclusive, and scalable approach one that integrates technology with cultural relevance, caregiver support, and strong policy frameworks.

Discussion

As Thailand approaches super-aged society status, the application of innovation in elderly care has become an urgent national priority. The findings of this review indicate that although technological and community-based innovations are emerging nationwide, the effectiveness of application remains limited due to a combination of socioeconomic, cultural, infrastructural, and policy-related barriers. Therefore, understanding how elderly innovation should be applied in Thailand requires a nuanced approach that balances technological advancement with accessibility, equity, and integration into existing care systems.

Firstly, the study highlights the importance of context-sensitive application. Innovations in elderly care such as telemedicine platforms, smart home sensors, robotic assistants, and digital health records must be developed and implemented in ways that reflect Thailand's diverse regional contexts. While Bangkok and other major urban centers have piloted smart elderly homes and AI-assisted tools⁽²⁾, rural provinces continue to experience limited access to these technologies due to infrastructure gaps, financial constraints, and low levels of digital readiness⁽⁴⁾.

Secondly, digital literacy among the elderly remains a critical barrier. Many older adults lack the necessary skills to operate even basic mobile applications, reducing the potential impact of digital health innovations⁽⁹⁾. Programs such as MEDEE, which provide digital skills training for older adults, demonstrate that with appropriate educational support, older adults can adopt and benefit from technology⁽³⁾. Therefore, any application of elderly care innovation should be accompanied by comprehensively training, ongoing technical support, and family or community-based digital mediation.

Moreover, community integration and low-cost solutions are essential for the scalable implementation of elderly care innovations. These initiatives should not be viewed only through a high-tech lens but should also encompass human-centered and affordable models, such as community health volunteer programs, mobile care units, and intergenerational day centers⁽⁸⁾. The inclusion of village health volunteers (VHVs) equipped with digital tablets for elderly health tracking is serve as a prime example of how grassroots approaches can bridge technology and trust.

Policy alignment and inter-sectoral coordination also play a pivotal role. Although various government agencies and research institutions have developed innovations, their

deployment remains fragmented. To ensure nationwide success, Thailand must strengthen public–private partnerships, promote the standardization of data systems, and improve regulatory frameworks for elderly care technology and telehealth⁽¹¹⁾. Pilots must be followed by systematic evaluations, that assess usability, reduction in caregiver burden, and measurable improvements in health outcomes.

Finally, cultural relevance and social acceptance must not be overlooked. Many Thai elders prefer personal interactions and traditional care methods. Therefore, technological solutions should be designed to complement rather than replace human caregiving, integrating caregivers into innovation ecosystems. Furthermore, involving older adults in co-design processes ensures that the innovations reflect their preferences, needs, and lived experiences⁽¹⁰⁾.

The application of elderly care innovation in Thailand should follow a holistic, inclusive, and scalable approach. Innovations must be embedded within supportive policy frameworks, equipped with user training, and developed through collaboration among public agencies, research institutions, and community stakeholders. Only through such an integrated model can elderly care innovation in Thailand achieve meaningful, equitable and sustainable impact.

Conclusion

This review examined the landscape of elderly care in Thailand, highlighting major challenges, current innovations, and strategies for their effective application. Key issues include caregiver shortages, financial insecurity, and low digital literacy among older adults. Although innovations such as telehealth, smart home systems, and community-based programs demonstrate significant potential, their adoption remains limited by infrastructure, cost, and usability barriers.

To apply elderly innovations effectively, solutions must be affordable, inclusive, and tailored to local contexts. Successful implementation requires the integration of technology with human-centered care, the provision of digital literacy support, and strengthening intersectoral collaboration. Ultimately, innovations must align with the actual needs of Thailand’s aging population to ensure sustainable impact and equity in elderly care.

Recommendation

To strengthen the application of elderly care innovation in Thailand, several key strategies are recommended. First, innovations should be adapted to local contexts, especially in rural and underserved areas, to ensure accessibility and relevance. Digital literacy among older adults and caregivers should be improved through nationwide training programs such as MEDEE. Technology must be integrated with human-centered care, complementing rather than replacing personal interaction. Public–private partnerships should be expanded to mobilize resources and scale successful models. To promote equity, the government should subsidize essential technologies for low-income older adults. Additionally, national monitoring systems should be established to track outcomes and inform policy decisions. Finally, investment in caregiver training and support is vital to address workforce shortages and enhance the quality of care.

References

1. UNFPA Thailand. Bridging Intergenerational Gaps and Promoting Gender Equality for Young People Towards Aged Society [Internet]. Bangkok. United Nations Population Fund; 2023 [cited 2025 Jul 28]. 1 p. Available from: <https://thailand.unfpa.org/en/events/celebration-world-population-day-2023-and-panel-discussion>
2. Worawat R, Kwuangsuan K, Prakongsai P, Autchareeyasuntorn P, Chokevivat V, Kunthawong N, et al. Situation of the Thai Older Persons 2023 [Internet]. Bangkok. Department of Older Persons, Ministry of Social Development and Human Security; 2024 [cited 2025 Jul 28]. 164 p. Available from: https://www.dop.go.th/download/statistics/th1738230377-2563_1.pdf (in Thai)
3. The Asia Health and Wellbeing Initiative. MEDEE-Fostering Work Skills for Seniors in the Digital Era [Internet]. Tokyo. The Asia Health and Wellbeing Initiative; 2025 [cited 2025 Jul 28]. Available from: <https://ahwin.org/medee-work-skills-for-seniors/>
4. Paek SC, Zhang NJ. Unmet health-care Needs among Older Adults Living Alone in Thailand. International Journal of Population Studies [Internet]. 2024 [cited 2025 Jul 28];11(2):64-74. Available from: <https://accscience.com/journal/IJPS/11/2/10.36922/ijps.1218>
5. Agence France-Presse. Old and poor: Thailand Sleepwalking Towards an Ageing Crisis [Internet]. France. Agence France-Presse; 2023 [cited 2025 Jul 28]. Available from: <https://www.france24.com/en/live-news/20231025-old-and-poor-thailand-sleepwalking-towards-an-ageing-crisis>
6. Anundilokrit P. Dementia. Regional Health Promotion Center 9 Journal [Internet]. 2021.[cited 2025 Jul 28];15(37):392-8. Available from: <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/RHPC9Journal/article/view/251394> (in Thai)
7. Panpanit L, Jongudomkarn D, Doungmungkorn A, Boontoch K, Neelasmith S, Manorat M, et al. Implementing a Care Model for Bedridden Stroke Survivors: a Qualitative Study in Northeastern Thailand. Patient Preference and Adherence [Internet]. 2025 [cited 2025 Jul 28];19:345-58. Available from: <https://www.dovepress.com/implementing-a-care-model-for-bedridden-stroke-survivors-a-qualitative-peer-reviewed-fulltext-article-PPA>
8. Utaisang A, Cheumnok W, Pomsakha Na Sakongnakhon N, Junsevg K, Dumrongpakapakorn P. Bedridden Patients Care through Family Caregiving and Community-Based Model in New Normal. Journal of the Royal Thai Army Nurses [Internet]. 2023 [cited 2025 Jul 28];24(3):415-23. Available from: <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/JRTAN/article/view/264504> (in Thai)
9. Phetsitong R, Vapattanawong P. Household Need and Unmet Need for Caregivers of Older Persons in Thailand. Journal of Aging & Social Policy [Internet]. 2022 [cited 2025 Jul 28];35(6):1-18. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/08959420.2022.2132081?scroll=top&needAccess=true>
10. Donsamak S, Leelahavarong P, Ponragdee K, Angkab P, Hadnorntun P, Prawjaeng J, et al. Telemedicine for elderly outpatient care during COVID-19 pandemic: qualitative study. Isan Journal of Pharmaceutical Sciences [Internet]. 2024 [cited 2025 Jul 28];20(1):13-27. Available from: <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/IJPS/article/view/262460> (in Thai)
11. National Science and Technology Development Agency. News Years 2023 [Internet]. Pathum Thani. National Science and Technology Development Agency; 2023 [cited 2025 Jul 28]. 1 p. Available from: <https://www.nstda.or.th/en/news/news-years-2023.html>

12. Sontua N, Nuntaboot K. Community-based Rehabilitation for Older Adults post-stroke in Thailand: An Ethnographic Study. Belitung Nursing Journal [Internet]. 2025 [cited 2025 Jul 28];11(2):205–14. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12006803/>
13. Mutualfinding. Complete Aged society: a Summary of the Situation of the Elderly in 2024 and How to Proceed When “Children” Are the Main Income of Retired Parents [Internet]. Bangkok. Thai Health Promotion Foundation; 2025 [cited 2025 Jul 28]. Available from: <https://section09.thaihealth.or.th/2025/01/09/complete-aged-societ>

บทความวิชาการ

Academic Articles

ความก้าวหน้าทางการพัฒนาเชิงเปลี่ยนแปลงในภูมิคุ้มกันบำบัดสังเคราะห์: การเข้าใจกลไกและนวัตกรรมการรักษาสำหรับโรคภูมิคุ้มกันทำลายตนเอง

นันทวรรณ วัฒนะโชติ

อิงค์ฟ้า ร่องเรืองกุล

พรกนก พุ่มพิสุทธิ์

กานต์พิชชา แก้วของแก้ว

สิริพร ชูเพชรสมบูรณ์

โรงเรียนนานาชาติเซนต์แอนดรูว์ส

โรงเรียนนานาชาติเฮดสตาาร์ท

โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย

โรงเรียนนานาชาติเอ็กมัย

นักวิจัยอิสระ

DOI: 10.14456/jrpsi.2026.13

Received: September 21, 2025 | Revised: January 20, 2026 | Accepted: 3 February, 2026

บทคัดย่อ

ภูมิคุ้มกันบำบัดสังเคราะห์ (Synthetic immunotherapy) ถือเป็นความก้าวหน้าทางการแพทย์ที่ปฏิวัติการรักษาโรคภูมิคุ้มกันทำลายตนเอง โดยการบูรณาการชีววิทยาสังเคราะห์ การแก้ไขยีนส์เทคโนโลยีขั้นสูงนาโน และปัญญาประดิษฐ์ (AI) เพื่อพัฒนากลยุทธ์การรักษาที่มีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพสูง โรคภูมิคุ้มกันทำลายตนเองมักเกิดจากความผิดปกติในการทนทานของระบบภูมิคุ้มกัน ส่งผลให้เกิดการอักเสบเรื้อรังและการทำลายเนื้อเยื่อจากการทำงานที่ผิดปกติของลิโฟไซต์ที่เกิดจากตนเอง การควบคุมไซโตไคน์ที่ผิดปกติ และพันธุกรรมที่มีแนวโน้มทางโรค แม้ว่าการรักษาด้วยยาแบบดั้งเดิม เช่น สเตียรอยด์และยาชีวภาพจะช่วยพัฒนาการจัดการโรคได้ แต่ก็มีผลข้างเคียงและประสิทธิภาพระยะยาวที่จำกัด

บทความนี้สำรวจนวัตกรรมล่าสุดในภูมิคุ้มกันบำบัดสังเคราะห์ รวมถึงการแก้ไขจีโนมด้วยเทคนิค CRISPR/Cas9 การรักษาด้วยเซลล์ CAR-T เซลล์นำเสนอแอนติเจนสังเคราะห์ (Synthetic antigen-presenting cells หรือ APCs) และระบบการส่งยาแบบนาโนเทคโนโลยี การบูรณาการข้อมูลหลายมิติ (Multi-omics) และปัญญาประดิษฐ์ช่วยเพิ่มความแม่นยำและการปรับการรักษา โดยการระบุเครื่องหมายทางชีวภาพและเพิ่มประสิทธิภาพการตอบสนองการรักษา แม้จะมีความก้าวหน้าดังกล่าวแต่ยังคงมีอุปสรรคที่ท้าทาย เช่น ผลกระทบที่ไม่เจาะจง (off-target effects) ความเป็นพิษทางระบบ ความสามารถในการผลิตในปริมาณมาก และข้อกังวลทางจริยธรรม ซึ่งยังคงเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการแปลผลทางคลินิก การพิจารณาตามกฎหมายระเบียบ และปัจจัยทางเศรษฐกิจยังทำให้การนำไปใช้ในวงกว้างและการเข้าถึงยากขึ้น

บทบทความความก้าวหน้าของภูมิคุ้มกันบำบัดสังเคราะห์ในปัจจุบัน โดยเน้นถึงศักยภาพในการเปลี่ยนแปลง ในขณะที่คำนึงถึงอุปสรรคหลักที่ต้องดำเนินการเพื่อให้การนำไปใช้ทางคลินิกประสบความสำเร็จ แนวทางการวิจัยในอนาคตจะเน้นไปที่การปรับปรุงกลไกความปลอดภัย กรอบระเบียบข้อบังคับ และการทำงานร่วมกันระหว่างสาขาวิชาต่างๆ เพื่อให้ได้ผลทางการรักษาสูงสุด เมื่อชีววิทยาสังเคราะห์ยังคงพัฒนานวัตกรรมเหล่านี้มีศักยภาพในการพัฒนาการรักษาโรคภูมิคุ้มกันทำลายตนเองผ่านการออกแบบตามความถูกต้อง ซึ่งให้ทางเลือกการรักษาที่ปลอดภัยกว่ามีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถปรับแต่งได้ตามผู้ป่วยแต่ละราย

ติดต่อผู้พิมพ์: สิริพร ชูเพชรสมบูรณ์

อีเมล: siriporn.shu@gmail.com

คำสำคัญ: ภูมิคุ้มกันบำบัดแบบสังเคราะห์, โรคภูมิคุ้มกันทำลายตนเอง, เซลล์ CAR-T, การตัดแต่งยีน, นาโนเวชกรรม, การแพทย์แม่นยำ

Transformative advances in synthetic immunotherapy: mechanistic insights and therapeutic innovations for autoimmune diseases

Nuntawan Watanachote

St Andrews International School Bangkok

Ingfah Rongrueangkul

Headstart International School Phuket

Pronkanok Pootpisut

Samsenwittayalai School

Kanpitcha Kaewkongkaew

Ekamai International School

Siriporn Shupetchsomboon

Independent Researcher

Abstract

Synthetic immunotherapy represents a transformative advancement in the treatment of autoimmune diseases, by integrating synthetic biology, gene editing, nanotechnology, and artificial intelligence to develop highly targeted and effective therapeutic strategies. Autoimmune diseases are characterized by a breakdown in immune tolerance, resulting in chronic inflammation and progressive tissue damage driven by autoreactive lymphocytes, cytokine dysregulation, and genetic predispositions. Although conventional therapies such as corticosteroids and biologics have improved disease management, they are frequently associated with adverse effects and limited long-term efficacy.

This review explores the latest innovations in synthetic immunotherapy, including CRISPR/Cas9-mediated genome editing, chimeric antigen receptor (CAR) T-cell therapies, synthetic antigen-presenting cells (APCs), and nanotechnology-based drug delivery systems. The integration of multi-omics technologies and artificial intelligence further enhances the precision and personalization of these therapies by identifying biomarker and optimizing therapeutic responses. Despite these advances, challenges such as off-target effects, systemic toxicity, manufacturing scalability, and ethical concerns remain significant barriers to clinical translation. Regulatory considerations and economic factors further complicate widespread adoption and accessibility.

We critically assess the current landscape of synthetic immunotherapy, highlighting its transformative potential while addressing key obstacles that must be overcome for successful clinical implementation. Future research directions emphasize the need for improved safety mechanisms, regulatory frameworks, and interdisciplinary collaboration to maximize therapeutic impact. As synthetic biology continues to evolve, these innovations hold the promise of revolutionizing autoimmune disease treatment through precision-engineered interventions, that enable safer, more effective, and personalized therapeutic solutions.

Corresponding Author: Siriporn Shupetchsomboon **E-mail:** siriporn.shu@gmail.com

Keywords: Synthetic immunotherapy, Autoimmune diseases, CAR-T cells, Gene editing, Nanomedicine, Precision medicine

Introduction

Autoimmune diseases comprise a heterogeneous group of chronic conditions characterized by a breakdown of immune tolerance, leading to persistent inflammation and progressive tissue damage. These disorders including rheumatoid arthritis, systemic lupus erythematosus, multiple sclerosis, and inflammatory bowel disease impose a substantial global health burden due to lifelong disease courses, reduced quality of life, and significant healthcare costs⁽¹⁾. Despite advances in immunology, the complex and multifactorial nature of autoimmune disease pathogenesis continues to pose major challenges to effective and durable disease management.

Conventional therapeutic strategies for autoimmune diseases have traditionally relied on broad immunosuppression using corticosteroids, non-steroidal anti-inflammatory drugs, and conventional disease-modifying antirheumatic drugs. While these approaches can alleviate symptoms and control inflammation, their lack of specificity frequently results in systemic adverse effects, increased risk of infection, and incomplete disease control⁽¹⁾. The introduction of biologic therapies targeting specific cytokines or immune cell populations has improved clinical outcomes for many patients; however, therapeutic resistance, long-term safety concerns, high costs, and interindividual variability in treatment responses remain significant limitations⁽²⁾.

In recent years, the convergence of synthetic biology, immune engineering, and computational technologies has given rise to synthetic immunotherapy as a transformative therapeutic paradigm aimed at reprogramming immune responses with high precision. Rather than broadly suppressing immune activity, synthetic immunotherapy seeks to selectively modulate pathogenic pathways, restore immune tolerance, and achieve durable disease control. Advances in genome editing, cellular engineering, biomaterials, and data-driven therapeutic design have accelerated the development of innovative immunomodulatory strategies with the potential to overcome the limitations of existing treatments⁽³⁻⁶⁾.

Despite its promise, the rapidly expanding field of synthetic immunotherapy remains fragmented across diverse preclinical and early-stage clinical studies. Critical questions persist regarding safety, scalability, regulatory oversight, ethical considerations, and long-term efficacy. A comprehensive synthesis of the current evidence is therefore essential to clarify the therapeutic potential, limitations, and translational readiness of synthetic immunotherapy approaches for the management of autoimmune diseases.

Accordingly, this review aims to synthesize and critically evaluate recent advances in synthetic immunotherapy for autoimmune diseases. Specifically, it examines (i) the evolution of immunotherapeutic strategies, (ii) emerging synthetic biology-based interventions, (iii) technological innovations enabling precision immune modulation, and (iv) key challenges and future research directions necessary for successful clinical translation.

Literature Review

Evolution of immunotherapy in autoimmune diseases

The therapeutic management of autoimmune diseases has evolved substantially over the past several decades. Early treatment paradigms were dominated by nonspecific immunosuppressive agents, including corticosteroids and NSAIDs, which effectively reduced

inflammation but failed to address the underlying immune dysregulation driving disease progression⁽¹⁾. Conventional synthetic disease-modifying antirheumatic drugs further improved disease control; however, their delayed onset of action and systemic toxicity limited long-term clinical utility.

The development of biologic therapies marked a pivotal shift toward targeted immunomodulation. Monoclonal antibodies and fusion proteins targeting tumor necrosis factor, interleukin-6, interleukin-17, interleukin-23, and B-cell surface antigens demonstrated improved efficacy and specificity across multiple autoimmune conditions^(2,7). Nevertheless, accumulating evidence revealed persistent challenges, including immunogenicity, secondary loss of response, increased risk of infection, and financial burden, underscoring the need for more adaptable and durable therapeutic approaches.

Targeted synthetic DMARDs, particularly Janus kinase and tyrosine kinase 2 inhibitors, further expanded therapeutic options by modulating intracellular cytokine signaling pathways^(8,9). While these agents offer oral administration and rapid efficacy, post-marketing data have raised concerns regarding cardiovascular risk, malignancy, and long-term safety, highlighting persistent limitations within current immunotherapeutic frameworks.

Emergence of synthetic immunotherapy

Synthetic immunotherapy has emerged as a novel paradigm that integrates synthetic biology, immune engineering, and systems-level design to actively reprogram immune responses rather than merely inhibiting inflammatory mediators. This approach leverages advances in genome editing, cellular engineering, and synthetic gene circuits to achieve precise, programmable, and context-dependent immune modulation⁽³⁾.

Genome-editing technologies, particularly CRISPR/Cas9, have enabled targeted modification of immune cell genomes with unprecedented precision. Studies demonstrate the feasibility of disrupting autoreactive signaling pathways, enhancing regulatory immune functions, and improving therapeutic specificity through controlled genetic interventions^(3,10). Compared with earlier genome-editing platforms such as TALENs and zinc finger nucleases, CRISPR-based systems offer improved efficiency and scalability, thereby accelerating translational research in autoimmune immunotherapy.

Cellular engineering and synthetic immune modulation

Adoptive cellular therapies represent a central component of synthetic immunotherapy. Chimeric antigen receptor T-cell therapies, originally developed for oncology, have been repurposed for autoimmune diseases with promising early results. Preclinical and early clinical studies in systemic lupus erythematosus indicate that CD19-targeted CAR-T cells can effectively eliminate autoreactive B-cell populations and induce sustained remission in selected patients^(4,5).

Beyond CAR-T cells, recent advances in synthetic suppressor T cells and engineered regulatory T cells have expanded the scope of immune tolerance induction. Synthetic gene circuits enable immune cells to sense inflammatory cues and respond dynamically through controlled cytokine release or immunosuppressive signaling, thereby minimizing systemic

toxicity while preserving protective immunity^(6,11). These approaches represent a shift toward programmable and self-regulating immunotherapies.

Synthetic antigen presentation and Tolerance Induction

Antigen-specific tolerance remains a critical goal in autoimmune disease treatment. Synthetic antigen-presenting cells have been developed to mimic dendritic cell functions using engineered biomaterials and major histocompatibility complex molecules. By delivering defined antigenic signals and costimulatory cues, synthetic APCs selectively engage autoreactive T cells and promote regulatory immune responses⁽¹²⁾. Experimental models suggest that this strategy reduces off-target immune activation and may enable long-term immune tolerance without chronic immunosuppression.

Nanotechnology-enabled immunotherapy

Nanotechnology has emerged as a key enabling platform for synthetic immunotherapy by enhancing drug delivery precision, bioavailability, and safety. Polymeric nanoparticles, liposomes, and hydrogel-based systems have demonstrated improved targeting of inflamed tissues, controlled drug release, and reduced systemic exposure in autoimmune disease models⁽¹³⁻¹⁵⁾. These delivery platforms are particularly advantageous for localized autoimmune pathologies and for protecting sensitive biologic or nucleic-acid-based therapeutics.

Multi-omics integration and computational advances

The integration of multi-omics technologies has significantly advanced the understanding of autoimmune disease heterogeneity and therapeutic responsiveness. Single-cell RNA sequencing and spatial transcriptomics have revealed previously unrecognized immune cell subsets and pathogenic signaling networks, thereby facilitating the identification of novel therapeutic targets⁽¹⁶⁾. Artificial intelligence and machine learning approaches are increasingly employed to analyze complex biological datasets, optimize synthetic construct design, and predict patient-specific therapeutic responses, supporting the development of precision immunotherapy strategies^(17,18).

Gaps and limitations in current literature

Despite rapid progress, the literature consistently identifies unresolved challenges that limit clinical translation. These include off-target genetic effects, the durability of immune reprogramming, manufacturing scalability, regulatory uncertainty, and ethical considerations related to permanent immune modification^(8,19,20). Moreover, most evidence remains confined to preclinical or early-phase clinical studies, emphasizing the need for long-term safety data, standardized evaluation frameworks, and cost-effective production strategies to ensure equitable global access⁽²¹⁾.

Findings

This study employed a systematic literature review to evaluate the integration of synthetic biology in advancing immunotherapy for autoimmune diseases. Searches were conducted across major electronic databases, including MEDLINE®, Springer, ACS Publications, Google Scholar, and ScienceDirect, without restrictions on publication dates but limited to

English-language articles. Specific keywords and Medical Subject Headings (MeSH) terms were used, including "synthetic biology," "immunotherapy," "autoimmune diseases," "gene therapy," "immune engineering," "synthetic circuits," "immune modulation," "biotherapeutics," and "genome editing."

The inclusion criteria emphasized studies that explored the molecular mechanisms of synthetic constructs in immune modulation, investigated preclinical and clinical outcomes of synthetic immunotherapies, and addressed the safety and scalability of these approaches. In addition to primary research articles, the bibliographies of key studies were manually reviewed to capture broader insights. Abstracts from international conferences on synthetic biology and immunotherapy were incorporated to ensure coverage of cutting-edge research. This comprehensive methodology provided a robust framework for analyzing how synthetic biology can revolutionize the treatment of autoimmune disease.

This review adhered to stringent criteria for evaluating study quality, including reproducibility of experimental designs, the robustness of reported outcomes, and comprehensive reporting of safety and efficacy data. By synthesizing these insights, the review delivers an in-depth understanding of the potential of synthetic medicine to address the unmet needs in the management of autoimmune disease.

Detailed mechanistic insights into autoimmune pathogenesis

Autoimmune diseases result from a fundamental breakdown in immune tolerance, whereby the immune system erroneously recognizes self-tissues as foreign invaders, leading to chronic inflammation, progressive tissue damage, and impaired organ function⁽²⁾. Central to autoimmune pathology are autoreactive T and B lymphocytes that escape mechanisms of immune tolerance, persistently targeting self-tissues. Genetic factors significantly influence autoimmune susceptibility, particularly polymorphisms in immune-regulatory genes such as *HLA*, *CTLA4*, and *PTPN22*, strongly associated with rheumatoid arthritis and multiple sclerosis⁽²²⁾. Environmental triggers, including infections, dietary factors, and toxins, further modulate disease risk and may precipitate autoimmune conditions through mechanisms such as molecular mimicry, where microbial antigens resemble self-antigens, leading to immune cross-reactivity and autoimmunity.

A critical aspect of autoimmune pathogenesis involves cytokine dysregulation, characterized by an imbalance between pro-inflammatory cytokines such as tumor necrosis factor-alpha (TNF- α), interleukin-6 (IL-6), and interleukin-17 (IL-17), and regulatory cytokines, including interleukin-10 (IL-10) and transforming growth factor-beta (TGF- β). This imbalance promotes chronic inflammation and tissue destruction, exemplified by IL-17-driven pathology in multiple sclerosis, which disrupts the blood-brain barrier and leads to neuronal damage⁽²²⁾. In addition, abnormal antigen presentation by dendritic cells exacerbates autoimmune responses, significantly enhancing T-cell activation against self-antigens⁽²³⁾.

Emerging insights into autoimmune mechanisms have highlighted aberrant signaling pathways as critical contributors to inflammatory processes. These include the Janus kinase-signal transducer and activator of transcription (JAK-STAT) pathway, nuclear factor-kappa B

(NF-**KB**) signaling, and Toll-like receptor (TLR) pathways, all of which significantly amplify autoimmune responses. Furthermore, autoantibodies, such as anti-citrullinated protein antibodies (ACPAs) in rheumatoid arthritis and anti-nuclear antibodies (ANAs) in systemic lupus erythematosus, produced by dysregulated B cells, actively target specific self-antigens, thereby perpetuating inflammation and tissue damage⁽²⁾.

A detailed understanding of these molecular mechanisms provides critical targets for the development of innovative therapeutic strategies aimed at restoring immune homeostasis and promoting sustained immune tolerance⁽²⁴⁾.

Discussion

Table 1 Chronological timeline of immunotherapy strategies in autoimmune diseases

Year	Development	Details
1950-2015	Traditional immunosuppressive therapies	Corticosteroids (e.g., prednisone) and NSAIDs (e.g., ibuprofen) remain first-line treatments despite adverse effects like osteoporosis and gastrointestinal complications. Corticosteroids will suppress inflammatory genes that are found to be active, causing it to be effective in reducing inflammation. It is, however, limited by their lack of specificity and side effects, both mentally and physically. NSAIDs, similarly, also work by inhibiting the synthesis of prostaglandins, substances that cause inflammation. However, while useful for pain relief, do not address the underlying autoimmune pathology ⁽¹⁾ .
2015-2018	Biologics and monoclonal antibodies	TNF inhibitors (e.g., infliximab, adalimumab), IL-6 inhibitors (e.g., tocilizumab), and B-cell depleting therapies (e.g., rituximab) are experiencing rapid growth and is gaining prominence. They are more complicated in structure than the previous small molecule drugs and target specific immune pathways, offering improved efficacy and reduced off-target effects compared to traditional therapies. From observation, they also showed that it is well tolerated with lower risk in patients. However, there are still drawbacks and adverse effects including immunogenicity ⁽²⁾ .
2015	First JAK Inhibitor Approval	Tofacitinib, a selective Janus kinase (JAK) inhibitor, showed signs of effectiveness in most of its preclinical trials in diseases, both as a monotherapy and in conjunction with another drug. This led to it being the first JAK to be tested and approved by FDA for rheumatoid arthritis, marking a shift towards targeted small-molecule therapies. JAK inhibitors modulate cytokine signaling which is crucial in inflammation and autoimmune diseases, offering a new avenue for autoimmune disease management ⁽⁹⁾ .

Table 1 Chronological timeline of immunotherapy strategies in autoimmune diseases (continued)

Year	Development	Details
2016-2020	Expansion of Biologics	IL-17 inhibitors (e.g., secukinumab) and IL-23 inhibitors (e.g., guselkumab), which work by disrupting the inflammatory cascade, are introduced for psoriasis and psoriatic arthritis, providing more targeted treatment options. These therapies demonstrate significant efficacy in clinical trials, showing notable signs of remission of the disease in most patients. However, there are still adverse effects present during the trials including nasopharyngitis, infections, headaches, and depression ⁽⁷⁾ .
2018	Targeted Synthetic DMARDs (tsDMARDs)	Baricitinib, a JAK1/JAK2 inhibitor, is approved for moderate-to-severe rheumatoid arthritis. tsDMARDs represent a new class of drugs that target intracellular signaling pathways with high specificity and when tested, it appears superior to csDMARDs in reducing mortality. This then improves the clinical symptoms and increases the patients quality of life ⁽⁸⁾ .
2020	Small molecule inhibitors	PDE4 inhibitors (e.g., apremilast) and TYK2 inhibitors (e.g., deucravacitinib), both of which suppress the function of inflammatory cells, are approved or under investigation for psoriatic arthritis and psoriasis, respectively. These inhibitors target specific enzymes involved in immune signaling. They, however, still have side effects including nausea, diarrhea, and headaches which can limit its utility ⁽¹⁹⁾ .
2020	CAR T-Cell therapy enters autoimmune research	Preclinical studies explore CD19-targeted CAR T cells for lupus treatment, showing promising early results which will then counter the problems of efficiency and patients not responding to previous treatments. CAR T-cell therapy, originally developed for cancer, is repurposed for autoimmune diseases after it appears to be safe and efficient in trials ⁽⁴⁾ .
2021	First clinical success of CAR T-cell Therapy in autoimmune disease	A breakthrough study demonstrates effective and sustained remission in systemic lupus erythematosus (SLE) patients treated with CAR T-cell therapy, marking a significant milestone in autoimmune disease treatment since there have been problems of patients not responding to the treatments ⁽⁵⁾ .
2022-2025	CRISPR/Cas9 in Autoimmune Disease Research	Advances in gene editing enable precision modifications in immune cells, targeting autoreactive pathways. CRISPR/Cas9 technology is used to engineer immune cells for enhanced specificity and reduced off-target effects ⁽³⁾ .
2023	Synthetic Immunology and Engineered T Cells	Development of synthetic receptors and engineered T cells to modulate autoimmune responses with high specificity. These therapies are designed to reprogram immune cells to recognize and suppress autoreactive immune responses ⁽⁶⁾ .

Table 1 Chronological timeline of immunotherapy strategies in autoimmune diseases (continued)

Year	Development	Details
2023	Next-Generation JAK and TYK Inhibitors	FDA approves deucravacitinib, a first-in-class TYK2 inhibitor, for psoriasis. These next-generation inhibitors offer enhanced precision in targeting immune signaling pathways ⁽¹⁷⁾ .
2024-2025	Gene Therapy and Cellular Reprogramming	Research into regulatory T cell (Treg) reprogramming and engineered immune tolerance for treating autoimmunity. Gene therapy approaches aim to restore immune balance by reprogramming autoreactive T cells ⁽¹³⁾ .

Advanced synthetic biology tools for autoimmune diseases

Recent advancements in synthetic biology have significantly impacted the treatment landscape of autoimmune diseases by integrating sophisticated genetic engineering and molecular tools to enable for precise modulation of immune responses.

CRISPR/Cas9, TALEN, and ZFN systems

Gene-editing technologies such as CRISPR/Cas9, TALEN, and Zinc finger nucleases (ZFNs) offer unprecedented precision in modifying immune cell functions. The CRISPR/Cas9 system enables highly specific genetic edits by creating double-strand breaks at targeted DNA sequences, which are repaired through Homology-Directed Repair (HDR) or Non-Homologous End Joining (NHEJ). This technology facilitates targeted disruptions of genes involved in autoreactive pathways, significantly advancing therapeutic strategies for autoimmune diseases by reducing off-target effects and improving specificity^(3,10).

TALENs and ZFNs, employing DNA-binding domains combined with nuclease domains, further enhance genome-editing capabilities. These nucleases have demonstrated effectiveness in modifying T-cell receptors (TCRs), enabling the reprogramming of T cells to specifically recognize and suppress pathogenic immune responses, thereby promoting immune tolerance in autoimmune diseases⁽¹⁰⁾.

Synthetic gene circuits and engineered receptors

Synthetic gene circuits represent an innovative approach for precise immune modulation. Recent developments include synthetic T-cell receptors engineered to selectively recognize and regulate pathogenic immune responses while preserving normal immune functions. These engineered T-cells mediate targeted immunosuppression through the secretion of anti-inflammatory cytokines such as IL-10 and TGF- β as well as through the neutralization of pro-inflammatory cytokines at sites of inflammation. This programmable and targeted immunosuppression significantly reduces systemic side effects compared to conventional immunosuppressive therapies⁽⁶⁾.

Synthetic Antigen-Presenting Cells (APCs)

Advances in biomaterials and genome-editing technologies have enabled the development of synthetic antigen-presenting cells (APCs) that recapitulate key functions of natural dendritic cells. These synthetic APCs are engineered to present tailored antigenic

peptides via modified major histocompatibility complex (MHC) molecules, optimizing their interaction with autoreactive T cells and promoting immune tolerance. Clinical trials investigating synthetic APCs in rheumatoid arthritis and multiple sclerosis have demonstrated improved therapeutic outcomes, reduced inflammation, and minimized systemic toxicity⁽¹²⁾.

Nanotechnology-Based Delivery Systems

Nanoparticle-based drug delivery platforms have transformed synthetic immunotherapy, by enabling the precise targeting of immunosuppressive agents to localized sites of inflammation. Polymeric and liposomal nanoparticles effectively encapsulate therapeutic agents, facilitating controlled and sustained release while significantly reducing systemic adverse effects. Clinical studies in psoriasis, rheumatoid arthritis, and inflammatory bowel diseases have demonstrated improved efficacy and safety profiles of nanoparticle-mediated delivery systems^(14,15).

Synthetic Regulatory T-Cells (Tregs)

Synthetic Tregs have been engineered to exhibit enhanced stability and suppressive functions, enabling the selective targeting of autoreactive immune responses. Advances in CRISPR-Cas9 technology have facilitated precise modifications of Treg receptors, thereby significantly enhancing their therapeutic potential and specificity. Clinical applications in autoimmune diseases, including type 1 diabetes and inflammatory bowel disease, have demonstrated improved outcomes, reduced inflammation, and prolonged remission⁽¹¹⁾.

Collectively, these advanced synthetic biology tools represent a paradigm shift in the treatment of autoimmune diseases, providing highly targeted and effective interventions with reduced adverse effects. Continued research and development in these areas are expected to further enhance therapeutic precision, patient safety, and clinical outcomes.

Innovations in nanotechnology and drug delivery

Nanotechnology-based drug delivery systems have significantly improved synthetic immunotherapy by enabling highly precise targeting, enhanced pharmacokinetics, and reduced systemic toxicity^(13,14). Polymeric nanoparticles, especially those derived from poly (lactic-co-glycolic acid) (PLGA), provide biocompatible platforms tailored for the targeted delivery of immunosuppressive agents directly to inflammatory sites, thereby minimizing off-target effects and systemic adverse reactions⁽¹⁵⁾. Liposomal nanoparticles further enhance the stability and bioavailability of encapsulated therapeutics, optimizing their controlled release and therapeutic efficacy⁽¹³⁾. In addition, advances in hydrogel and scaffold-based delivery systems facilitate the sustained release of tolerance-inducing molecules, significantly improving patient outcomes in autoimmune diseases⁽¹⁴⁾.

Multi-omics integration and computational advances

The integration of multi-omics technologies including genomics, transcriptomics, proteomics, and metabolomics has dramatically enhanced our understanding of autoimmune diseases⁽¹⁷⁾. Techniques such as single-cell RNA sequencing (scRNA-seq) and spatial transcriptomics have revealed distinct cellular states and interactions within disease microenvironments,

enabling more precise therapeutic targeting⁽¹⁶⁾. High-resolution mass spectrometry-based proteomic and metabolomic analyses have identified novel biomarkers for early disease detection and treatment monitoring. Additionally, advanced computational tools, notably machine learning and artificial intelligence (AI), have revolutionized therapeutic design by facilitating the rapid development and optimization of synthetic immunotherapies through accurate prediction of immune responses and therapeutic efficacy.

Comprehensive ethical and regulatory considerations

Synthetic immunotherapies pose significant ethical and regulatory challenges, including patient safety, informed consent, and long-term monitoring. Ensuring patient autonomy through transparent communication regarding potential genetic modifications and associated risks is paramount. Regulatory frameworks must evolve to address the unique challenges posed by synthetic biology, incorporating rigorous safety assessments, iterative testing protocols, and transparent reporting practices⁽²⁰⁾. Global regulatory authorities, including the FDA and EMA, continue refining guidelines to balance innovation with patient protection, emphasizing harmonized standards across jurisdictions. Public engagement and education remain essential for fostering societal trust and acceptance of these advanced therapies.

Economic challenges and accessibility issues

Despite substantial clinical promise, synthetic immunotherapies face significant economic challenges, primarily due to high manufacturing costs, limitations in production scalability, and disparities in global healthcare accessibility⁽²¹⁾. Overcoming these barriers requires strategic partnerships among academia, industry, healthcare providers, and governmental agencies. Innovations focused on reducing production costs through technological advancements, standardization, and robust public-private partnerships are critical to improving the affordability and accessibility of these cutting-edge treatments.

Clinical translation: current challenges and opportunities

The clinical translation of synthetic immunotherapies involves navigating complex challenges, including the inherent heterogeneity of autoimmune disease presentations, the scalability of therapeutic manufacturing, and the need to ensure patient-specific immune compatibility⁽²⁰⁾. Significant challenges include mitigating off-target effects, effectively managing the risks of cytokine release syndrome associated with cellular therapies, and maintaining the durability of therapeutic responses^(8,19). Rigorous clinical trials, standardized manufacturing protocols, and comprehensive regulatory oversight are critical to addressing these issues. Moreover, interdisciplinary collaboration among scientific, clinical, and regulatory stakeholders is essential for streamlining the translational pipeline, enhancing therapeutic efficacy, and ensuring patient safety.

Despite their promising potential, synthetic immunotherapies face significant obstacles that hinder their widespread clinical adoption. These challenges include severe adverse effects, limited efficacy in certain indications, such as solid tumors and complex autoimmune diseases, and substantial complexities associated with therapeutic manufacturing^(25,26). Systemic toxicity and immune tolerance represent major hurdles, particularly for small

molecule-based therapies like Toll-like receptor agonists. Furthermore, variability in the quality of autologous cell products and the requirement for specialized manufacturing facilities add layers of complexity to broad clinical implementation⁽²⁷⁾.

Innovative strategies and solutions

To overcome these clinical translation challenges, researchers are developing cutting-edge strategies, including the use of synthetic molecules and engineered cells to precisely regulate immune functions, thereby enhancing therapeutic outcomes while minimizing adverse effects. Dynamic immunomodulation strategies, including prodrug-like molecules and nanoliposome delivery systems, have been specifically designed to reduce systemic toxicity and significantly improve the targeted efficacy of synthetic immunotherapies^(28,29). Additionally, innovative constructs such as synthetic dendritic cells and multifunctional polymers are being explored to effectively recapitulate natural immune cell functions, offering potential off-the-shelf therapeutic solutions while substantially simplifying manufacturing and scalability challenges⁽²⁷⁾. These advances highlight the transformative potential of synthetic immunotherapies to achieve safer, more effective, and broadly accessible clinical applications.

Future research directions

Future advancements in synthetic immunotherapy are expected to further leverage precision medicine by integrating patient-specific genetic profiling with synthetic therapeutic design⁽¹⁸⁾. Innovations such as engineered synthetic regulatory T-cells (Tregs) and the development of synthetic immunological memory represent promising strategies for achieving sustained immune tolerance⁽¹¹⁾. Artificial intelligence-driven synthetic therapeutic design is anticipated to accelerate drug development and enhance personalized medicine approaches. Continued collaboration among interdisciplinary research teams, regulatory authorities, and clinical practitioners will be critical for realizing the full potential of synthetic immunotherapy, ultimately transforming treatment paradigms for autoimmune disease management.

Conclusion

Synthetic immunotherapy presents a transformative advancement in the treatment of autoimmune diseases integrating mechanistic precision, personalized therapeutic design, and innovative drug delivery systems. Prioritizing safety, efficacy, ethical responsibility, and global accessibility will be essential to fully realize the clinical and societal benefits of synthetic immunotherapy.

References

1. Elkoshi Z. Autoimmune Diseases Refractory to Corticosteroids and Immunosuppressants. *Frontiers in Immunology* [Internet]. 2024 [cited 2025 Mar 25];15:1447337. Available from: <https://www.frontiersin.org/journals/immunology/articles/10.3389/fimmu.2024.1447337/full>
2. Adytia GJ, Sutanto H, Pratiwi L, Fetarayani D. Advances in Synthetic Immunology for Targeted Treatment of Systemic Autoimmune Diseases: Opportunities, Challenges, and Future

- Directions. Immuno [Internet]. 2025 [cited 2025 Mar 25];5(1):6. Available from: <https://www.mdpi.com/2673-5601/5/1/6>
3. Lee MH, Shin JI, Yang JW, Lee KH, Cha DH, Hong JB, et al. Genome Editing Using CRISPR-Cas9 and Autoimmune Diseases: a Comprehensive Review. International Journal of Molecular Sciences [Internet]. 2022 [cited 2025 Mar 25];23(3):1337. Available from: <https://www.mdpi.com/1422-0067/23/3/1337>
 4. Park H, Mugundu GM, Singh AP. Mechanistic Evaluation of Anti-CD19 CAR-T Cell Therapy Repurposed in Systemic Lupus Erythematosus Using a Quantitative Systems Pharmacology Model. Clinical and Translational Science [Internet]. 2025 [cited 2025 Mar 25];18(2):e70146. Available from: <https://ascpt.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/cts.70146>
 5. Zhou J, Lei B, Shi F, Luo X, Wu K, Xu Y, et al. CAR T-cell Therapy for Systemic Lupus erythematosus: Current Status and Future Perspectives. Frontiers in Immunology [Internet]. 2024 [cited 2025 Mar 25];15:1476859. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11694027/>
 6. Reddy NR, Maachi H, Xiao Y, Simic MS, Yu W, Tonai Y, et al. Engineering Synthetic Suppressor T Cells That Execute Locally Targeted Immunoprotective Programs. Science [Internet]. 2024 [cited 2025 Mar 25];386(6726):eadl4793. Available from: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.adl4793>
 7. Menter A, Krueger GG, Paek SY, Kivelevitch D, Adamopoulos IE, Langley RG. Interleukin-17 and Interleukin-23: a Narrative Review of Mechanisms of Action in Psoriasis and Associated Comorbidities. Dermatology and Therapy [Internet]. 2021 [cited 2025 Mar 25];11(2):385–400. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13555-021-00483-2>
 8. Maeyama A, Kondo M, Harada H, Shono E, Nagamine R, Tsuru T, et al. Efficacy and Safety of Baricitinib in Rheumatoid Arthritis Patients with Moderate Renal impairment: a Multicenter Propensity Score Matching Study. BMC Rheumatology [Internet]. 2024 [cited 2025 Mar 25];8(1):69. Available from: <https://doi.org/10.1186/s41927-024-00446-y>
 9. O'Shea JJ, Kontzias A, Yamaoka K, Tanaka Y, Laurence A. Janus Kinase Inhibitors in Autoimmune Diseases. Annals of the Rheumatic Diseases [Internet]. 2013 [cited 2025 Mar 25];72(02):111-5. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3616338/>
 10. Xu Y, Chen C, Guo Y, Hu S, Sun Z. Effect of CRISPR/Cas9-Edited PD-1/PD-L1 on Tumor Immunity and Immunotherapy. Frontiers in Immunology [Internet]. 2022 [cited 2025 Mar 25];13:848327. Available from: <https://www.frontiersin.org/journals/immunology/articles/10.3389/fimmu.2022.848327/full>
 11. Tang X, Zhang Y, Zhang H, Zhang N, Dai Z, Cheng Q, et al. Single-Cell Sequencing: High-Resolution Analysis of Cellular Heterogeneity in Autoimmune Diseases. Clinical Reviews in Allergy & Immunology [Internet]. 2024 [cited 2025 Mar 25];66(3):376-400. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12016-024-09001-6>
 12. Turtle CJ, Riddell SR. Artificial Antigen-Presenting Cells for Use in Adoptive Immunotherapy. The Cancer Journal [Internet]. 2010 [cited 2025 Mar 25];16(4):374–81. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2929753/>
 13. Ferreira LMR, Muller YD, Bluestone JA, Tang Q. Next-generation Regulatory T Cell Therapy. Nature Reviews Drug Discovery [Internet]. 2019 [cited 2025 Mar 25];18(10):749–69. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41573-019-0041-4>

14. Lim S, Park J, Shim MK, Um W, Yoon HY, Ryu JH, et al. Recent advances and challenges of repurposing nanoparticle-based drug delivery systems to enhance cancer immunotherapy. *Theranostics*. 2019;9(25):7906–23.
15. Sriwidodo, Umar AbdK, Wathoni N, Zothantluanga JH, Das S, Luckanagul JA. Liposome-polymer Complex for Drug Delivery System and Vaccine Stabilization. *Heliyon* [Internet]. 2022 [cited 2025 Mar 25];8(2):e08934. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08934>
16. Peng L, Jin X, Li B, Zeng X, Liao B, Jin T, et al. Integrating single-cell RNA Sequencing with Spatial Transcriptomics Reveals Immune Landscape for Interstitial Cystitis. *Signal Transduction and Targeted Therapy* [Internet]. 2022 [cited 2025 Mar 25];7(1):161. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41392-022-00962-8.pdf>
17. Galluzzo M, Vellucci L, Marcelli L, Paganini C, Bianchi L, Talamonti M. Deucravacitinib, a Selective Tyrosine Kinase 2 inhibitor, for the Treatment of moderate-to-severe Plaque Psoriasis. *Expert Opinion on Pharmacotherapy* [Internet]. 2023 [cited 2025 Mar 25];24(9):981–8. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14656566.2023.2211764>
18. Topol EJ. High-performance medicine: the Convergence of Human and Artificial Intelligence. *Nature Medicine* [Internet]. 2019 [cited 2025 Mar 25];25(1):44–56. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41591-018-0300-7>
19. Wittmann M, Helliwell PS. Phosphodiesterase 4 Inhibition in the Treatment of Psoriasis, Psoriatic Arthritis and Other Chronic Inflammatory Diseases. *Dermatology and Therapy* [Internet]. 2013 [cited 2025 Mar 25];3(1):1–15. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3680635/>
20. Suhag D. Regulatory and Ethical Considerations. In: *Handbook of Biomaterials for Medical Applications, Volume 2* [Internet]. Singapore. Springer Nature Singapore; 2024 [cited 2025 Mar 25]. 355–72 p. Available from: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-97-5906-4_11
21. Li J, Chen P, Ma W. The next Frontier in immunotherapy: Potential and Challenges of CAR-macrophages. *Experimental Hematology and Oncology* [Internet]. 2024 [cited 2025 Mar 25];13(1):76. Available from: <https://ehoonline.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40164-024-00549-9>
22. Chang ZL, Chen YY. CARs: Synthetic Immunoreceptors for Cancer Therapy and beyond. *Trends in Molecular Medicine* [Internet]. 2017 [cited 2025 Mar 25];23(5):430–50. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5423782/>
23. Goswami TK, Singh M, Dhawan M, Mitra S, Emran TB, Rabaan AA, et al. Regulatory T Cells (Tregs) and Their Therapeutic Potential against Autoimmune Disorders - Advances and Challenges. *Human Vaccines & Immunotherapeutics* [Internet]. 2022 [cited 2025 Mar 25];18(1):2035117. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9009914/>
24. Gaj T, Gersbach CA, Barbas CF. ZFN, TALEN, and CRISPR/Cas-based Methods for Genome Engineering. *Trends in Biotechnology* [Internet]. 2013 [cited 2025 Mar 25];31(7):397–405. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3694601/>
25. Garcia JM, Burnett CE, Roybal KT. Toward the Clinical Development of Synthetic Immunity to Cancer. *Immunological Reviews* [Internet]. 2023 [cited 2025 Mar 25];20(1):83–99. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/imr.13245>

26. Lin H, Li C, Zhang W, Wu B, Wang Y, Wang S, et al. Synthetic Cells and Molecules in Cellular Immunotherapy. *International Journal of Biological Sciences* [Internet]. 2024 [cited 2025 Apr 2];20(8):2833–59. Available from: <https://www.ijbs.com/v20p2833.htm>
27. Figdor CG, Mandal S, Hammink R, Eggermont L, Weiden J, Voerman D, et al. Abstract IA29: Towards Synthetic Immune Cells for Cancer Immunotherapy. *Cancer Immunology Research* [Internet]. 2016 [cited 2025 Mar 25];4(1_Supplement):IA29. Available from: https://aacrjournals.org/cancerimmunolres/article/4/1_Supplement/IA29/468245/Abstract-IA29-Towards-synthetic-immune-cells-for
28. Shin HS, Kim S, Jin SM, Yoo YJ, Heo JH, Lim YT. Molecular Masking of Synthetic Immunomodulator Evokes Antitumor Immunity with Reduced Immune Tolerance and Systemic Toxicity by Temporal Activity Recovery and Sustained Stimulation. *Advanced Materials* [Internet]. 2023 [cited 2025 Mar 25];36(9):e2309039. Available from: <https://advanced.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/adma.202309039>
29. Shim MK, Yang S, Sun IC, Kim K. Tumor-activated carrier-free Prodrug Nanoparticles for Targeted Cancer Immunotherapy: Preclinical Evidence for Safe and Effective Drug Delivery. *Advanced Drug Delivery Reviews* [Internet]. 2022 [cited 2025 Mar 25];183:114177. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35245568/>

บทความวิชาการ

Academic Articles

ความก้าวหน้าทางชีววิทยาสังเคราะห์สำหรับเซ็นเซอร์ชีวภาพ
เพื่อการตรวจจับแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพ: การทบทวนเชิงระบบ

ฐิติชญาณ์ เหมะรักษ์

รัตนศิกานต์ พิพัฒน์สุทธิกุล

จิรายุ ปราณปรีชากุล

อรรจกร หวลเจริญทนต์

ศุจินน มังคลรังษี

โรงเรียนสาธิตนานาชาติมหาวิทยาลัยมหิดล

โรงเรียนสาธิตนานาชาติมหาวิทยาลัยมหิดล

โรงเรียนเตรียมวิทย์พัฒนา

โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา

นักวิจัยอิสระ

DOI: 10.14456/jrpsi.2026.14

Received: 30 September, 2025 | Revised: December 22, 2025 | Accepted: 15 January, 2026

บทคัดย่อ

ไบโอเซนเซอร์ (Biosensor) เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในด้านการวินิจฉัยทางการแพทย์ การตรวจสอบสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยทางอาหาร เนื่องจากมีความไวสูงและสามารถตรวจวัดได้อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามไบโอเซนเซอร์แบบดั้งเดิมยังมีข้อจำกัดด้านความเสถียร ความสามารถในการทำซ้ำ และระยะเวลาการตรวจวัดที่ยาวนาน การเกิดขึ้นของชีววิทยาสังเคราะห์ (Synthetic Biology) ได้ปฏิวัติการพัฒนาไบโอเซนเซอร์ โดยทำให้สามารถออกแบบวงจรพันธุกรรมและระบบชีวภาพเชิงโปรแกรมได้อย่างแม่นยำ และคาดการณ์ได้ งานทบทวนอย่างเป็นระบบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์และประเมินความก้าวหน้าของไบโอเซนเซอร์ที่พัฒนาจากชีววิทยาสังเคราะห์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจหาการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย พร้อมเปรียบเทียบกับวิธีการวินิจฉัยแบบดั้งเดิม การสืบค้นข้อมูลครอบคลุมงานวิจัยระหว่างปี ค.ศ. 2010-2024 ตามแนวทาง PRISMA โดยมุ่งเน้นไบโอเซนเซอร์ชนิดเซลล์ทั้งหมด (Whole-cell) ชนิดไร้เซลล์ (Cell-free) ระบบ CRISPR/Cas และระบบที่ผสานวัสดุนาโนผลการทบทวนพบว่า ชีววิทยาสังเคราะห์ช่วยเพิ่มความไว ความจำเพาะ และความเสถียรในการใช้งานของไบโอเซนเซอร์ โดยระบบที่ผสานเทคโนโลยี CRISPR และวัสดุนาโนสามารถตรวจเชื้อได้ในระดับ 10 CFU/mL ภายในเวลาไม่เกิน 60 นาที อย่างไรก็ตามยังมีความท้าทายด้านการกำหนดมาตรฐานการทดสอบภาคสนาม ความปลอดภัยทางชีวภาพ และการบูรณาการกับเทคโนโลยีดิจิทัล เช่น ปัญญาประดิษฐ์ (AI) และอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (IoT) โดยสรุปชีววิทยาสังเคราะห์ได้พลิกโฉมเทคโนโลยีไบโอเซนเซอร์ให้ก้าวสู่ยุคใหม่ของระบบการตรวจวินิจฉัยที่รวดเร็ว แม่นยำ และชาญฉลาด ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งในทางการแพทย์ สิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยทางอาหาร

ติดต่อผู้พิมพ์: ศุจินน มังคลรังษี

อีเมล: khunsujimon.m@gmail.com

คำสำคัญ: ชีววิทยาสังเคราะห์, ไบโอเซนเซอร์, การตรวจแบคทีเรีย, นาโนไบโอเซนเซอร์, ปฏิกริยาลูกโซ่พอลิเมอร์

Synthetic Biology Advances in Biosensors for Effective Bacterial Detection: A Systematic Review

Thitichayann Hemarak

Mahidol University International Demonstration School

Ratsikarn Pipatsuttikul

Mahidol University International Demonstration School

Jirayu Pranpreechakhul

Triamwit Pattana School

Audjagorn Hualcharoenthon

Triam Udom Suksa School

Sujimon Mungkalarungsi

Independent Researcher

Abstract

Biosensors have emerged as vital tools in medical diagnostics, environmental monitoring, and food safety due to their high sensitivity and rapid response. However, conventional biosensors remain limited by stability, reproducibility, and slow detection times. The rise of synthetic biology has transformed this field by enabling programmable genetic circuits and modular biological systems that enhance sensor performance and adaptability. This systematic review synthesizes current advancements in synthetic biology-based biosensors for bacterial detection and compares their performance with conventional diagnostic methods. Literature published between 2010 and 2024 was systematically analyzed following PRISMA guidelines, focusing on biosensors integrating whole-cell, cell-free, CRISPR/Cas, and nanomaterial-based designs. Findings reveal that synthetic biology has significantly improved biosensor sensitivity, specificity, and portability, with CRISPR and nanomaterial-integrated platforms achieving detection limits as low as 10 CFU/mL and providing results within 60 minutes. Despite these advances, challenges remain in standardization, large-scale validation, biosafety, and integration with digital technologies such as artificial intelligence (AI) and the Internet of Things (IoT). Overall, synthetic biology has revolutionized bacterial biosensing, offering a foundation for next-generation, rapid, and intelligent diagnostic platforms applicable to clinical, environmental, and food safety contexts.

Corresponding Author: Sujimon Mungkalarungsi **E-mail:** khunsujimon.m@gmail.com

Keywords: Synthetic Biology, Biosensors, Bacterial Detection, Nanobiosensors, PCR

Introduction

Biosensors are integrated receptor-transducer devices that convert biological responses into quantifiable electrical signals, providing a powerful platform for rapid, accurate, and real-time biological detection⁽¹⁾. They have become increasingly important across diverse fields, including healthcare, environmental monitoring, food safety, and biotechnology, due to their high sensitivity, specificity, and adaptability⁽²⁾. Among the available biosensing techniques, surface plasmon resonance (SPR) and electrochemical biosensors are particularly noteworthy for their precision and reproducibility, with continuous innovations further enhancing their performance over recent decades⁽³⁾.

Traditional biosensors, such as enzyme-based glucose monitors, have primarily focused on optimizing analytical performance, particularly in terms of stability, sensitivity, and reproducibility. However, recent advancements have shifted attention toward more complex affinity-based biosensors capable of detecting nucleic acids, peptides, and whole microorganisms⁽⁴⁾. These nucleic acid biosensors rely on DNA or RNA hybridization and amplification techniques such as Polymerase Chain Reaction (PCR) or isothermal amplification to identify bacterial genetic materials with high accuracy. Another emerging class of biosensors involves transmembrane and whole-cell systems that interact directly with bacterial membranes or employ genetically modified cells to detect pathogens in real time, including *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* species, and antimicrobial-resistant strains⁽⁵⁾.

Rapid and accurate bacterial detection is essential for addressing persistent global health challenges such as infectious diseases, foodborne illnesses, and environmental contamination. Conventional diagnostic approaches including culture-based assays, microscopy, and biochemical tests are often time-consuming, labor-intensive, and costly, frequently resulting in delayed or incomplete diagnoses that compromise clinical and public health outcomes⁽⁶⁻⁸⁾. In contrast, biosensor technologies offer faster, more accurate, and cost-effective alternatives by providing near-real-time detection of bacterial pathogens, thereby supporting prompt therapeutic decision-making and improving patient care⁽⁹⁾. Nevertheless, most traditional biosensors continue to face inherent limitations in sensitivity, selectivity, and adaptability, particularly when used with complex or unprocessed biological samples.

In recent years, synthetic biology has emerged as a transformative discipline that integrates principles of biology and engineering to design programmable biological systems with defined functions. When applied to biosensor development, synthetic biology enables the creation of genetically engineered circuits, cell-free diagnostic platforms, and CRISPR-based detectors that significantly enhance detection speed, precision, and flexibility⁽⁶⁾. Synthetic biology also allows the modular assembly of biological components such as promoters, riboregulators, and enzymes into predictable sensing networks capable of detecting bacterial signals and generating measurable outputs through fluorescence, colorimetric, or electrochemical responses. When combined with nanotechnology, synthetic biology further expands the detection frontier by incorporating nanomaterials such as gold nanoparticles and graphene, which amplify sensor signals and lower detection limits to levels unattainable with conventional systems⁽¹⁰⁻¹²⁾.

Given these advancements, biosensors powered by synthetic biology represent a new generation of diagnostic platforms capable of overcoming many limitations of traditional bacterial detection methods. However, despite the increasing number of innovative designs, the literature remains fragmented, and comparative performance data are often inconsistent across different biosensor types. A comprehensive evaluation is therefore needed to consolidate current knowledge and identify opportunities for practical translation.

Literature Review

Biosensors have become essential analytical tools in healthcare, environmental monitoring, and food safety because they enable rapid, selective, and sensitive detection of biological analytes. Conventional biosensors combine biological recognition elements such as enzymes, antibodies, or nucleic acids with physicochemical transducers that convert biochemical interactions into measurable signals^(1,3). Although early biosensors, including enzyme-based glucose sensors, achieved significant clinical success, they were limited by factors such as stability, dynamic range, and dependence on laboratory infrastructure⁽¹³⁾. These limitations have accelerated innovation toward more integrated and programmable systems, increasingly driven by synthetic biology⁽⁶⁾.

Synthetic biology introduces a new design paradigm, enabling biological systems to be engineered with predictable and programmable functions. Using modular genetic circuits, whole-cell biosensors such as *Escherichia coli* or *Bacillus subtilis* can detect bacterial metabolites, toxins, or quorum-sensing molecules and generate optical or electrochemical outputs^(4,6). Recent advances in cell-free systems which utilize lyophilized transcription–translation machinery and programmable elements such as toehold switches or CRISPR/Cas modules allow safe, portable, and low-cost detection of bacterial DNA or RNA at the point of care^(6,7). These platforms provide high specificity and stability without the need for living cells, representing a significant advancement in the miniaturization and accessibility of molecular diagnostics.

Parallel advances in nanotechnology have enhanced biosensor performance. Nanomaterials such as gold nanoparticles (AuNPs), graphene, and carbon nanotubes provide high surface area and excellent conductivity, enabling lower detection limits and stronger signal amplification⁽¹⁰⁻¹²⁾. AuNP-based sensors exploit localized surface plasmon resonance (LSPR) for colorimetric bacterial detection within minutes, whereas graphene-based field-effect transistors (GFETs) can achieve femtomolar sensitivity⁽¹⁴⁾. Synthetic biology complements these innovations by incorporating engineered recognition molecules such as aptamers, peptide nucleic acids (PNAs), and nanobodies, which improve selectivity and reproducibility compared with traditional antibodies^(10,15). Despite these advances, fabrication cost, batch variability, and scalability remain key challenges to commercialization^(12,16).

Among the most significant breakthroughs are CRISPR/Cas-integrated biosensors, which utilize programmable nucleases such as Cas12 and Cas13 for sequence-specific bacterial detection. When coupled with isothermal amplification (RPA or LAMP), these platforms can achieve attomolar sensitivity and single-nucleotide resolution without the need for thermocyclers, delivering results within 30-60 minutes^(10,12). Such systems are particularly valuable for detecting multidrug-resistant pathogens and supporting antimicrobial resistance (AMR) surveillance. However, reagent instability, limited multiplexing, and dependence on controlled conditions continue to hinder their large-scale deployment^(10,12).

Emerging research is also exploring wearable and portable biosensors, that integrate synthetic biological components with flexible polymers or graphene substrates to enable continuous, non-invasive monitoring of bacterial toxins or metabolic biomarkers in sweat, saliva, or interstitial fluid^(17,18). These devices can transmit real-time data via wireless interfaces, linking biosensing capabilities with mobile health systems^(17,19). Nonetheless, long-term stability, biosafety, and data calibration remain significant challenges^(16,17).

Overall, current evidence demonstrates that the integration of synthetic biology with nanotechnology has transformed biosensors into programmable and intelligent systems capable of rapid, multiplexed bacterial detection across clinical, environmental, and food safety applications^(1,4,6,10,12). However, critical knowledge gaps persist: (1) the absence of standardized evaluation metrics for sensitivity and response time; (2) limited large-scale validation and slow regulatory approval; (3) insufficient data on long-term stability and biosafety; and (4) minimal empirical integration with artificial intelligence (AI) or Internet of Things (IoT) frameworks^(16,19,20).

While synthetic biology has greatly expanded the capabilities of biosensors, further systematic evaluation is required to consolidate current findings, compare platform performance, and identify viable pathways for clinical and industrial translation of next-generation bacterial detection technologies.

Findings

This systematic review was conducted in accordance with the PRISMA guidelines to evaluate recent applications of synthetic biology in biosensors for bacterial detection. Relevant studies published between January 2010 and March 2024 were identified from PubMed, Web of Science, ScienceDirect, and Google Scholar using the keywords “synthetic biology,” “biosensors,” “bacterial detection,” “PCR,” and “nanobiosensors.” Eligible studies were peer-reviewed, English-language articles that focused on synthetic biology-based biosensors and reported measurable performance data such as detection limit, sensitivity, and specificity. Conference abstracts, reviews, and unrelated studies were excluded. Titles, abstracts, and full texts were screened, and two reviewers independently extracted data on biosensor type, bacterial target, detection mechanism, and reported advantages or limitations. Study quality was assessed for methodological rigor, reproducibility, and data reliability. Extracted information was synthesized narratively and summarized in comparative tables, highlighting biosensor classification, detection mechanisms, performance outcomes, and research gaps between traditional and synthetic biology-driven approaches.

Biosensor

Biosensors are analytical devices that detect biological molecules by integrating of biological recognition elements with physicochemical transducers, which convert biological interactions into measurable signals⁽¹⁾. These sensors have become essential in clinical diagnostics, environmental surveillance, and food safety due to their sensitivity, selectivity,

and rapid response^(1,2). The fundamental architecture of a biosensor includes three primary components: a biological recognition element, a transducer, and a signal processor. The biological recognition element specifically interacts with the target analyte, which may include bacterial antigens, nucleic acids, or metabolites⁽²⁾. Common recognition elements include antibodies for immunosensors, oligonucleotide probes for DNA biosensors, and enzymes for enzyme-based sensors. DNA and RNA probes typically hybridize with complementary bacterial genetic sequences, with binding events converted into detectable outputs via fluorescent, electrochemical, or optical transducers⁽²¹⁾. The transducer then translates this biochemical interaction into a quantifiable electrical or optical signal, while the signal processor interprets and refines the data for diagnostic readout⁽³⁾.

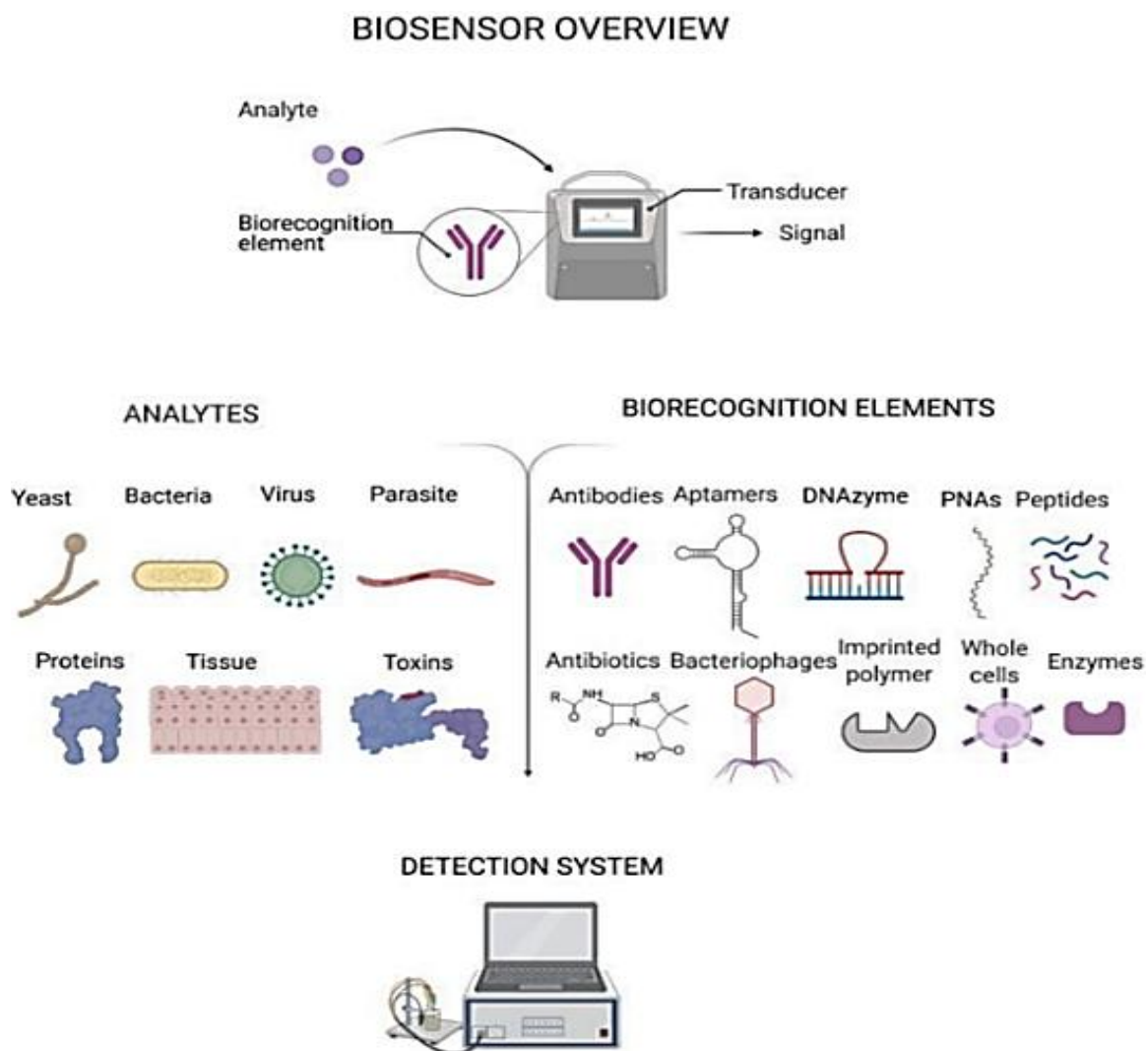


Figure 1 A biosensor has three main components: an analyte, a biorecognition element, and a transducer that generates a detectable signal. The major types of biorecognition elements and analytes used to detect clinical pathogens are included. PNAs are peptide nucleic acids⁽¹⁵⁾.

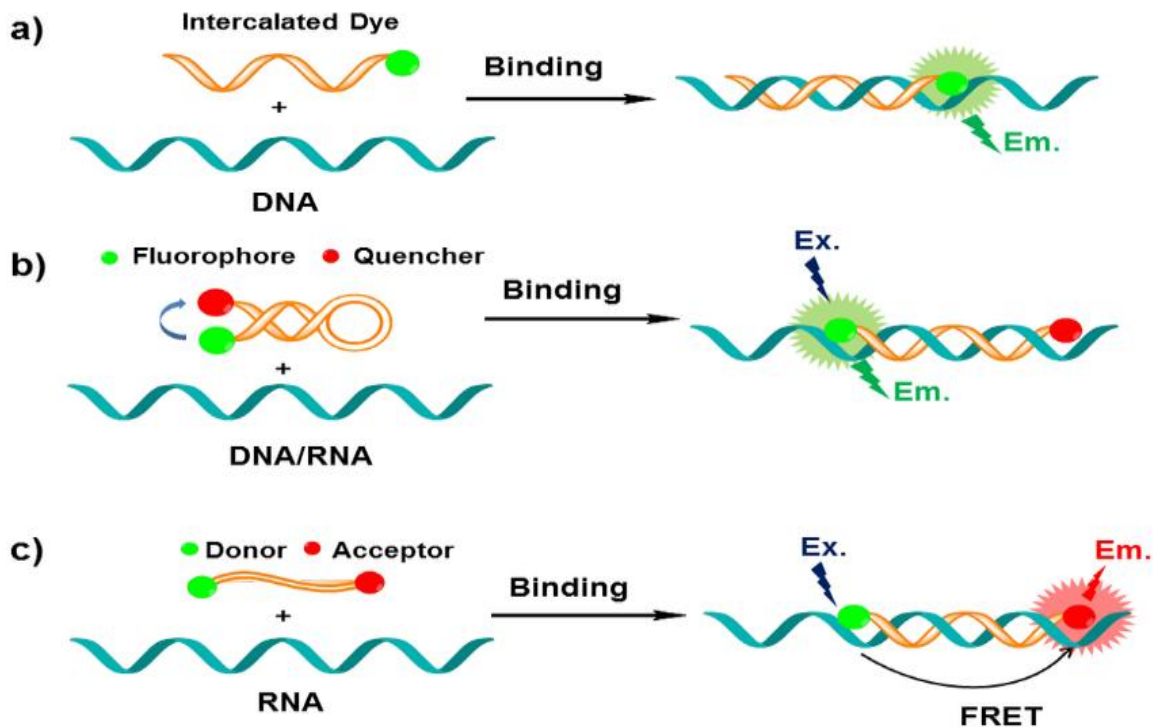


Figure 2 MBs are used to detect DNA/RNA sequences in samples. The probe's dye can integrate between Watson-Crick base pairs or act as a base surrogate. When combined with complementary sequences, the MB's stem-loop hairpin structure opens, increasing fluorescence intensity. When interacting with target RNA, the MB undergoes conformational restructuring⁽²²⁾.

Biosensors can be classified based on their biorecognition mechanism, transduction principle, or operational mode⁽⁴⁾. Immunosensors utilize antibodies for high-affinity detection of bacterial antigens, whereas DNAbiosensors rely on nucleic acid hybridization to identify pathogen-specific genetic markers. Enzyme-based biosensors exploit catalytic reactions to generate measurable signals⁽²¹⁾. In terms of transduction, electrochemical biosensors detect changes in current or potential; optical biosensors utilize fluorescence, absorbance, or resonance; and mass-based sensors, such as piezoelectric devices, detect changes in acoustic waves or mass upon bacterial attachment⁽⁵⁾. Furthermore, whole-cell biosensors employ genetically modified living cells as active components capable of responding to bacterial signals with measurable luminescent or electrochemical outputs, whereas label-free biosensors rely on impedance or resonance changes without the need for labeling reagents⁽⁴⁾.

Table 1 Classification of biosensors for bacterial detection

Classification	Image	Type of biosensors	Description
Biological Recognition Element		Immunosensors	Use antibodies to detect specific bacterial antigens ⁽¹⁾ .
		DNA Biosensors	Use nucleic acid hybridization to detect bacterial genetic sequences ⁽²⁾ .
		Enzyme-Based Sensors	Use enzymes to interact with bacterial substrates, producing detectable signals ⁽²¹⁾ .
Transduction Mechanism		Electrochemical Biosensors	Measure electrical changes such as amperometric or potentiometric signals ⁽¹⁵⁾ .
		Optical Biosensors	Use light-based detection methods. (e.g., fluorescence or label-free sensors) ⁽⁵⁾ .
		Mass-Based Sensors	Measure changes in mass or acoustic waves due to bacterial binding. (e.g., piezoelectric devices) ⁽⁴⁾ .

Table 1 Classification of biosensors for bacterial detection (continued)[illegible]

Although biosensors offer significant advantages in speed, portability, and sensitivity, several limitations persist. These include a narrow dynamic range, potential interference from complex biological matrices, and difficulties in detecting low analyte concentrations, particularly during early stages of infection^(7,8,13). Variability in sample composition, temperature, and pH can further affect biosensor reproducibility^(23,24). Consequently, improving biosensor robustness and standardization remains a central challenge for translating these systems from laboratory prototypes into field-ready diagnostic tools.

Feature biosensor: Nanotechnological

The integration of nanotechnology into biosensor design has revolutionized the field by significantly enhancing sensitivity, selectivity, and miniaturization. Nanobiosensors merge nanomaterials such as gold nanoparticles (AuNPs), graphene, and carbon nanotubes with biological recognition elements, enabling efficient signal amplification and ultra-sensitive detection^(10,11). The nanoscale dimensions of these materials provide an exceptionally high surface-to-volume ratio, increasing the density of binding sites and accelerating reaction kinetics between biological receptors and target analytes⁽²⁵⁾.

Nanoparticle-based biosensors exploit the unique optical, electrical, and catalytic properties of metallic nanoparticles. Gold nanoparticles, in particular, exhibit localized surface plasmon resonance (LSPR), producing distinct optical shifts upon interaction with bacterial targets. This property enables direct visual detection and quantitative analysis through colorimetric or spectrophotometric methods⁽¹⁷⁾. Platinum and silver nanoparticles have also been employed to enhance electron transfer and catalytic activity in electrochemical biosensors, increasing sensitivity and reducing detection time⁽²⁶⁾. Additionally, magnetic nanoparticles functionalized with antibodies or oligonucleotide probes facilitate rapid bacterial isolation from complex biological samples, thereby improving detection specificity⁽²⁷⁾.

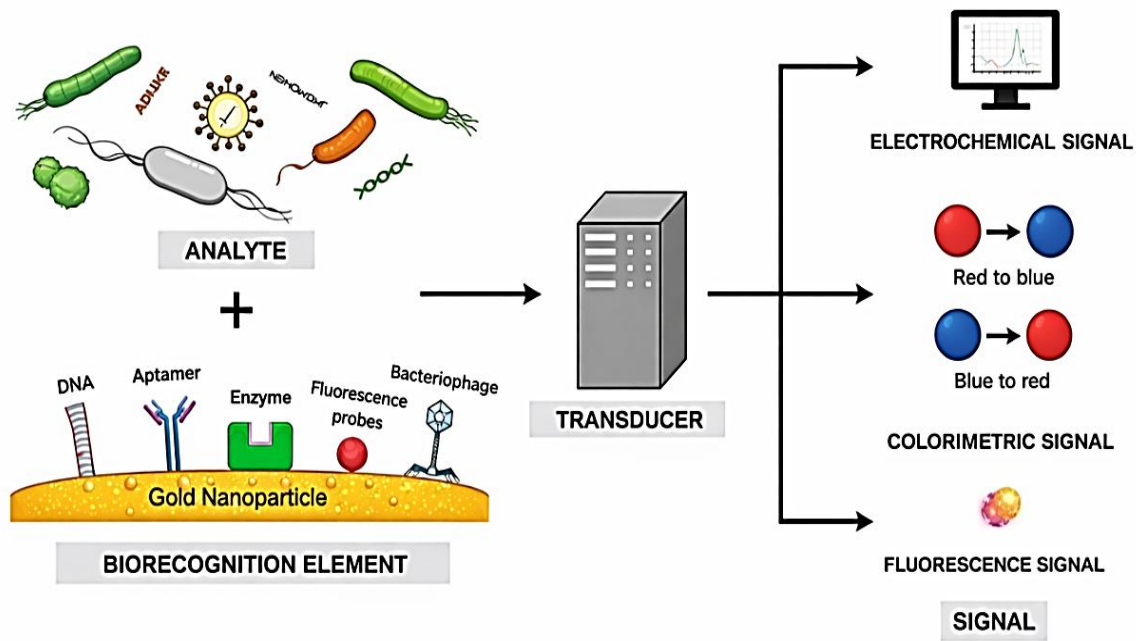


Figure 3 Overview of nanoparticle-based biosensors⁽¹²⁾

Graphene-based biosensors represent another major advancement due to graphene's outstanding electrical conductivity, large surface area, and chemical stability⁽¹⁴⁾. Graphene field-effect transistors (GFETs) can detect minute changes in conductivity upon analyte binding, achieving detection limits in the femtomolar range. Their compatibility with both optical and electrochemical sensing modes further supports multifunctional operation for environmental and biomedical applications^(25,28). However, despite their superior sensitivity, graphene-based biosensors face fabrication challenges and potential toxicity concerns that may hinder large-scale implementation⁽¹⁴⁾.

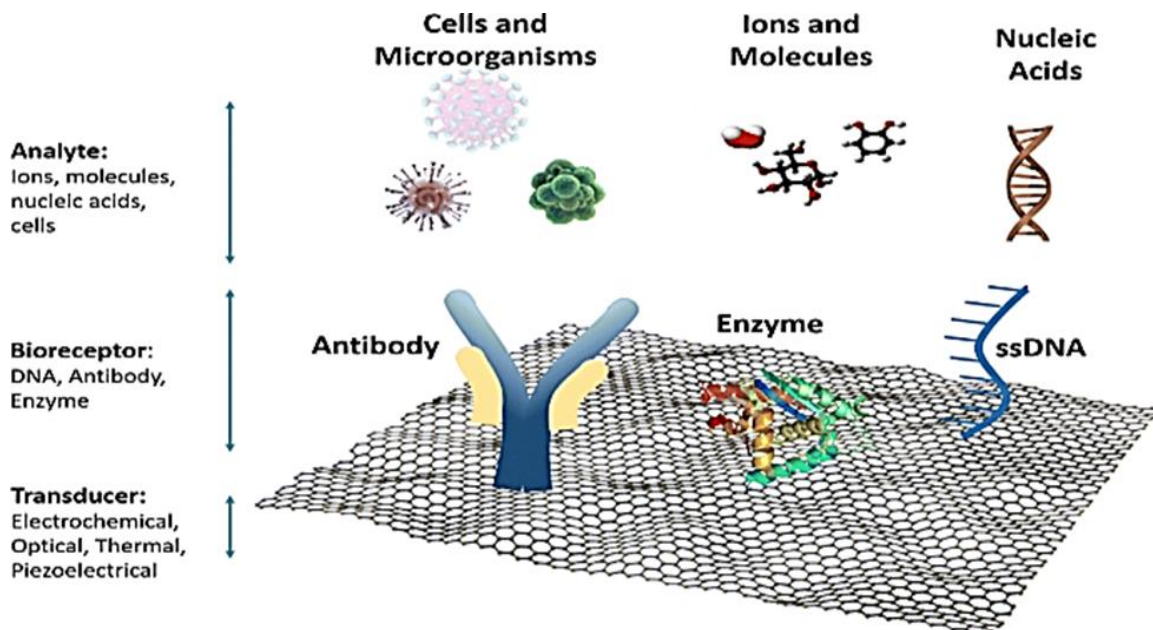


Figure 4 Examples of biosensors and components on a graphene platform⁽¹⁴⁾

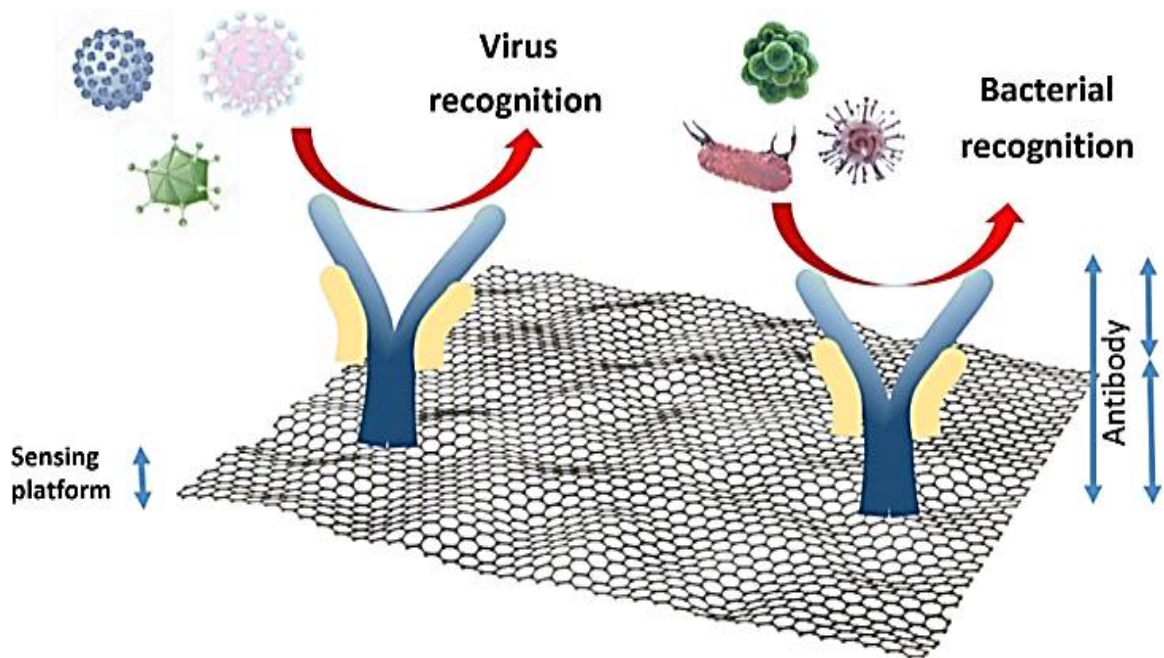


Figure 5 Scheme of graphene modified with antibodies for the recognition of pathogens⁽¹⁴⁾

Wearable nanobiosensors extend biosensing capabilities into continuous, non-invasive health monitoring. Constructed using flexible polymeric or graphene-based substrates, these devices can detect biomarkers such as glucose, lactate, electrolytes, or bacterial toxins in sweat, saliva, or interstitial fluids^(17,18). They utilize electrochemical or optical detection mechanisms integrated with wireless data transmission for real-time analysis⁽¹⁰⁾. While wearable sensors show strong potential for managing chronic diseases and enabling early infection detection, challenges remain regarding battery life, durability, and biosafety, particularly when synthetic or nanobiological components are involved⁽¹⁰⁾.



Figure 6 Example of Non-invasive Epidermal Glucose Sensors⁽¹⁸⁾

Table 2 Comparison of the Three Types of Nanobiosensors

Type of Biosensor	Nanomaterials Used	Detection Mechanism	Applications	Advantages	Limitations
Nanoparticle-Based	Gold nanoparticles, silver nanoparticles, platinum nanoparticles	Optical detection (LSPR), enzymatic enhancement, electrochemical sensing	Cancer diagnostics, glucose monitoring, pathogen detection	High sensitivity, signal amplification, versatile for optical/electrochemical sensing	High cost of nanoparticles, potential aggregation issues
Graphene-based	Graphene, graphene oxide, reduced graphene oxide	Electrical conductivity (GFETs), fluorescence quenching, electrochemical sensing	Early disease detection (e.g., Alzheimer's cardiovascular diseases), environmental pollutant monitoring	High conductivity, low noise, large surface area, versatile detection	Fabrication complexity, potential toxicity concerns
Wearable Biosensors	Flexible polymers, graphene-based composites	Electrochemical sensing, optical sensing	Continuous glucose monitoring, fitness tracking (lactate, hydration), stress monitoring (cortisol)	Real-time monitoring, non-invasive, integration with mobile devices	Limited battery life, durability under long-term use

Overall, nanotechnology has markedly advanced biosensor performance, lowering detection limits to as low as 10 colony-forming units (CFU)/mL for certain pathogens while maintaining rapid response times of under 15 minutes. Nevertheless, challenges related to cost, fabrication reproducibility, and potential environmental risks associated with nanomaterials remain critical areas for further research.

Application

Bacterial detection: detailing

Biosensors have significantly improved the detection and monitoring of bacterial pathogens, providing faster, more reliable, and cost-effective alternatives to conventional microbiological methods such as culturing, microscopy, and biochemical assays⁽⁴⁾. Although traditional laboratory diagnostics remain highly accurate, they often require several hours to days, skilled technicians, and specialized equipment, limiting their suitability for real-time monitoring and rapid decision-making in clinical or environmental contexts⁽²⁹⁾.

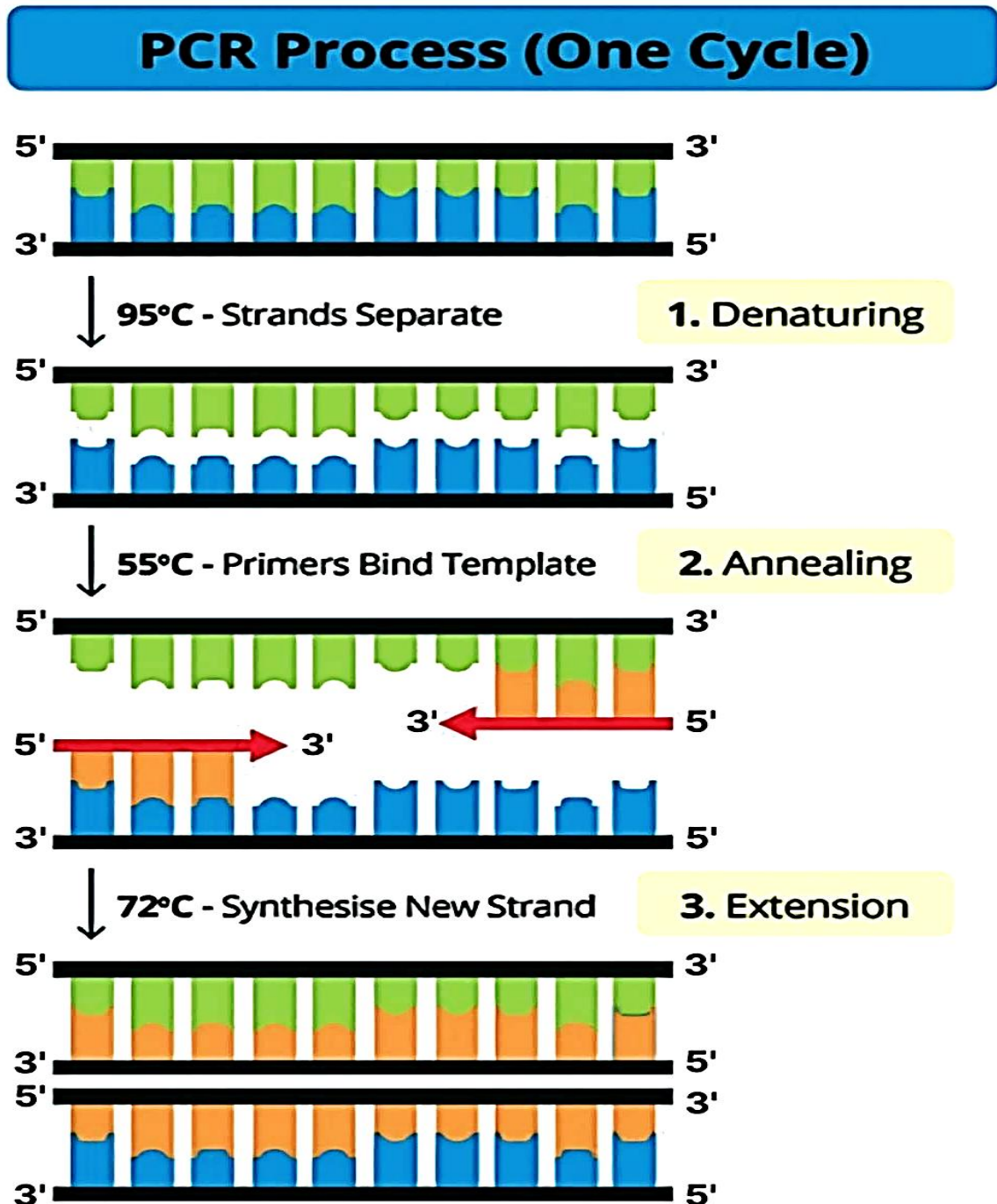


Figure 7 Flowchart of the three main steps of PCR⁽²⁹⁾

Polymerase Chain Reaction (PCR) and its derivatives remain among the most widely used nucleic acid-based detection methods. Biosensors integrated with PCR amplification or isothermal techniques such as loop-mediated isothermal amplification (LAMP) provide rapid, high-sensitivity detection of bacterial DNA without the need for culturing⁽²⁹⁾. For instance, CRISPR-Cas12a and Cas13a biosensors integrated with recombinase polymerase amplification (RPA) have achieved single-molecule-level sensitivity, detecting bacterial pathogens such as *E. coli*, *Salmonella*, and *Mycobacterium tuberculosis* within 30-60 minutes.

Recent advances also demonstrate biosensor applications for specific infectious diseases. Lower respiratory tract infections caused by *Streptococcus pneumoniae* and *Haemophilus influenzae* remain leading causes of morbidity, where biosensor-based diagnostics can facilitate early, targeted antibiotic therapy (Table 3). Similarly, diarrheal diseases caused by *Shigella*, *Campylobacter*, and *E. coli* O157:H7 require rapid detection to prevent outbreaks. For tuberculosis, *Mycobacterium tuberculosis*-specific DNA biosensors and CRISPR-based assays have shown potential to replace conventional staining and culture methods, substantially reducing diagnostic turnaround time.

Table 3 The table below identifies diseases and each method of biosensors.

Disease(s)	Causative bacterial agent(s)	Burden of disease (DALY), millions	Annual death, millions	Annual cases, millions	Conventional methods of diagnosis	Diagnosis time critical?	Spread prevention critical?
Lower respiratory tract infections (e.g., pneumonia) ⁽¹⁾	<i>Streptococcus pneumoniae</i> , <i>Haemophilus influenzae</i>	94.5	4.2	430	Physical examination, chest X-ray, sputum and blood cultures, PCR	No	No
Diarrheal diseases ^(2,3)	<i>Shigella</i> spp., <i>Campylobacter</i> spp., <i>Salmonella</i> spp., <i>Escherichia coli</i> O157:H7	72.8	2.1	4,620	Microbiology (culture on Gram-negative-selective media), PCR, ELISA, particle agglutination assay	Can be	Yes

Table 3 The table below identifies diseases and each method of biosensors. (continued)

Disease(s)	Causative bacterial agent(s)	Burden of disease (DALY), millions	Annual death, millions	Annual cases, millions	Conventional methods of diagnosis	Diagnosis time critical?	Spread prevention critical?
TB ⁽⁴⁾	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	34.2	1.5	7.8	Chest X-ray, blood test, Mantoux TST, sputum smear and culture, staining and microscopy	No	Yes
Meningitis ⁽⁵⁾	<i>Neisseria meningitidis</i> , <i>Streptococcus pneumoniae</i> , <i>Escherichia coli</i>	11.4	0.34	0.7	Lumbar puncture, blood cultures, PCR	Yes	No
Sexually transmitted infections (excluding HIV) ^(6,7)	<i>Treponema pallidum</i> (syphilis), <i>Chlamydia trachomatis</i> (chlamydia), <i>Neisseria gonorrhoeae</i> (gonorrhea)	10.4	0.13	222	Urethral/vaginal swab and culture, Gram staining and microscopy, immunoassay, particle agglutination assay	No	Yes

Beyond clinical applications, biosensors are increasingly employed for environmental and food safety surveillance. Portable biosensors can monitor water and soil contamination by detecting *Vibrio cholerae*, *Salmonella*, or *Listeria* species, while wearable or IoT-linked biosensors facilitate real-time monitoring of bacterial exposure in healthcare and industrial settings.

While biosensors have successfully overcome many limitations of conventional diagnostics, challenges remain in scalability, reproducibility, and regulatory approval. The diversity of materials and detection mechanisms complicates standardization across platforms. Future innovations are likely to focus on AI- and IoT-assisted biosensing, enabling autonomous data analysis, improved accuracy, and cloud-based outbreak surveillance systems. The integration of synthetic biology with nanotechnology and computational analytics thus represents the next phase in achieving rapid, field-deployable, and intelligent bacterial detection systems.

Discussion

This systematic review demonstrates that integrating of synthetic biology with biosensor technologies has greatly advanced bacterial detection by improving analytical performance, design versatility, and real-world applicability. Across the reviewed literature, synthetic biology-enabled biosensors ranging from whole-cell systems to CRISPR- and nanomaterial-based platforms consistently outperform traditional diagnostic methods in sensitivity, specificity, and response time^(6,10,12,19). These innovations reflect a paradigm shift from passive detection toward programmable, intelligent sensing systems capable of real-time monitoring in clinical, environmental, and food safety contexts.

The first major advancement is the programmability and modularity of synthetic biological components. By employing engineered genetic circuits, promoters, and regulatory elements, biosensors can now be tailored to detect specific bacterial metabolites, toxins, or nucleic acid sequences^(6,7). This flexibility allows for multiplexed detection, enabling one biosensor platform to simultaneously identify multiple pathogens. For example, whole-cell biosensors, convert bacterial recognition into luminescent or electrochemical signals, whereas cell-free synthetic systems using lyophilized transcription-translation (TX-TL) machinery eliminate biosafety concerns associated with live organisms. These developments have significantly enhanced portability and safety for point-of-care diagnostics, particularly in low-resource or field settings^(4,6,7).

The second critical trend is the integration of nanotechnology with synthetic biology, which has substantially enhanced biosensor performance. Nanomaterials such as gold nanoparticles (AuNPs), graphene, and carbon nanotubes improve signal amplification and reduce detection limits to as low as 10 CFU/mL for pathogens such as *E. coli* and *Salmonella*^(10,12). Graphene-based field-effect transistors (GFETs) further extend biosensor sensitivity into the femtomolar range, providing ultra-fast, label-free bacterial detection. Meanwhile, wearable nanobiosensors exemplify the translation of these technologies into continuous, non-invasive health monitoring, with the capacity to detect infection biomarkers in sweat or interstitial fluid^(17,18). The convergence of synthetic biology and nanomaterials thus represents a synergistic innovation that enhances both analytical precision and device adaptability.

Another significant breakthrough lies in CRISPR/Cas-based biosensors, which leverage the programmable nuclease activity of Cas enzymes for sequence-specific nucleic acid recognition. When coupled with isothermal amplification techniques such as recombinase polymerase amplification (RPA) or loop-mediated isothermal amplification (LAMP), these systems achieve single-nucleotide resolution and enable rapid detection within 30-60 minutes^(10,12). CRISPR-based biosensors hold particular promise for antimicrobial resistance (AMR) surveillance and outbreak detection, as they combine genetic-level precision with field deployability. Nonetheless, their translation into standardized clinical diagnostics remains limited by reagent instability, temperature sensitivity, and lack of multiplexing capacity.

While these findings underscore substantial progress, several critical limitations and knowledge gaps persist. A recurring challenge across studies is the absence of standardized performance evaluation frameworks. Reported detection limits, sensitivities, and specificities vary widely, often depending on experimental design, sample type, or detection medium. This heterogeneity complicates cross-comparison between biosensor platforms and hinders regulatory validation^(12,16). Furthermore, although many studies highlight laboratory success, real-world clinical and environmental validations remain limited. Most synthetic biology-driven biosensors have not yet undergone large-scale field trials or regulatory approval processes, limiting their adoption in public health and industrial monitoring systems^(16,17).

Another major challenge concerns scalability and cost-effectiveness. Nanomaterial fabrication, sensor miniaturization, and biocomponent stability often require high production costs and specialized infrastructure. These factors restrict large-scale manufacturing and commercialization, particularly in low- and middle-income countries where bacterial outbreaks pose significant health risks^(12,19). Similarly, long-term stability under fluctuating environmental conditions, including temperature, humidity, and pH remains insufficiently characterized for many prototype biosensors^(23,24). Biosafety concerns associated with live-cell systems and environmental release of genetically modified microorganisms also necessitate further research and policy attention^(4,18).

Looking forward, the literature indicates that multidisciplinary convergence will be key to overcoming these challenges. Future research should focus on integrating synthetic biology-based biosensors with artificial intelligence (AI) and Internet of Things (IoT) platforms to enable real-time data processing, predictive analytics, and remote monitoring. AI-driven algorithms could standardize data interpretation, enhance signal-to-noise discrimination, and enable autonomous calibration, thereby improving diagnostic accuracy and reliability. Similarly, cloud-connected biosensors could facilitate epidemiological surveillance, providing early warning systems for infectious disease outbreaks and contamination events.

In addition, greater emphasis is needed on standardizing and benchmarking of biosensor performance across laboratories. Establishing unified criteria for evaluating detection limits, stability, and reproducibility would accelerate regulatory approval and commercialization. The development of cost-effective, biodegradable, and environmentally safe materials could further address sustainability concerns and promote scalable production. Collaborative efforts among biologists, engineers, data scientists, and policymakers are essential to translate these technological advances into tangible public health benefits.

In summary, this review demonstrates that synthetic biology has transformed biosensing from static detection tools into dynamic, programmable systems capable of high-precision bacterial monitoring. By integrating nanotechnology, CRISPR diagnostics, and AI-enabled analytics, next-generation biosensors can overcome the limitations of conventional assays. However, successful clinical and industrial translation will require concerted efforts to address standardization, scalability, and biosafety. Strengthening interdisciplinary collaboration and fostering innovation-

driven regulation will be essential to fully realize the potential of synthetic biology-based biosensors for global health and environmental sustainability.

Conclusion

This review highlights how synthetic biology has revolutionized biosensor technology for bacterial detection. Advances in genetic circuit design, cell-free systems, CRISPR-based diagnostics, and nanomaterial integration have enabled faster, more sensitive, and programmable biosensors compared with traditional assays. Among these, CRISPR and nanobiosensors demonstrate exceptional precision and portability, while whole-cell and cell-free systems provide cost-effective solutions for point-of-care use.

Despite these advances, challenges remain in standardization, large-scale validation, and biosafety, which limit clinical and industrial translation. Future research should prioritize the development of unified evaluation frameworks, the enhancement of stability and scalability, and the integration of biosensors with artificial intelligence (AI) and Internet of Things (IoT) systems for real-time monitoring.

Overall, synthetic biology-driven biosensors represent a transformative platform for rapid, accurate, and accessible bacterial detection, with significant potential to improve global health, food safety, and environmental monitoring.

Recommendation

We would like to express our sincere gratitude to Dr. Achara Phumyem for her invaluable guidance, teaching, and coaching, which greatly contributed to the successful completion of this systematic review.

References

1. Castillo-Henríquez L, Brenes-Acuña M, Castro-Rojas A, Cordero-Salmerón R, Lopretti-Correa M, Vega-Baudrit JR. Biosensors for the Detection of Bacterial and Viral Clinical Pathogens. *Sensors* [Internet]. 2020 [cited 2025 Mar 25];20(23):6926. Available from: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/23/6926/pdf>
2. Barron M. Bacterial Biosensors: The Future of Analyte Detection [Internet]. Washington, D.C. The American Society for Microbiology; 2023 [cited 2025 May 26]. 1 p. Available from: <https://asm.org/Articles/2023/September/Bacterial-Biosensors-The-Future-of-Analyte-Detecti>
3. Mehrotra P. Biosensors and their applications - A review. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research* [Internet]. 2016 [cited 2025 July 3];6(2):153-9. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212426815001323?via%3Dihub>
4. Ahmed A, Rushworth JV, Hirst NA, Millner PA. Biosensors for Whole-Cell Bacterial Detection. *Clinical Microbiology Reviews* [Internet]. 2014 [cited 2025 July 9];30;27(3):631-46. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4135896/>

5. Rakesh P, Pramod P, Sujit P. Biosensors: Current tool for Medication and Diagnosis. Asian Journal of Pharmaceutical Research [Internet]. 2019 [cited 2025 June 17];9(1):27-34. Available from: <https://doi.org/10.5958/2231-5691.2019.00006.6>
6. Carpenter AC, Paulsen IT, Williams TC. Blueprints for Biosensors: Design, Limitations, and Applications. Genes [Internet]. 2018 [cited 2025 May 6];9(8):375. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6115959/>
7. Hellweg L, Edenhofer A, Barck L, Huppertz MC, Frei MS, Tarnawski M, et al. A general method for the development of multicolor biosensors with large dynamic ranges. Nature Chemical Biology [Internet]. 2023 [cited 2024 Nov 15];19:1147–57. Available from: <https://www.nature.com/articles/s41589-023-01350-1>
8. Vicente Jde, Lavín Á, Holgado M, Laguna MF, Casquel R, Santamaría B, et al. The uncertainty and limit of detection in biosensors from immunoassays. Measurement Science and Technology [Internet]. 2019 [cited 2025 June 17];31(4):044004-4. Available from: <https://doi.org/10.1088/1361-6501/ab49ec>
9. Sin ML, Mach KE, Wong PK, Liao JC. Advances and challenges in biosensor-based diagnosis of infectious diseases. Expert Review of Molecular Diagnostics. [Internet]. 2014 [cited 2025 July 9];14(2):225-44. Available from: <https://doi.org/10.1586/14737159.2014.888313>
10. Saha K, Agasti SS, Kim C, Li X, Rotello VM. Gold Nanoparticles in Chemical and Biological Sensing. Chemical reviews [Internet]. 2012 [cited 2025 June 17];112(5):2739–79. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4102386/>
11. Yang W, Ratinac KR, Ringer SP, Thordarson P, J. Justin Gooding, Braet F. Carbon Nanomaterials in Biosensors: Should You Use Nanotubes or Graphene?. Angewandte Chemie (International Ed. in English) [Internet]. 2010 [cited 2025 June 17];49(12):2114-38. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20187048/>
12. Hegde M, Pai P, Shetty MG, Babitha KS. Gold nanoparticle-based biosensors for rapid pathogen detection: A review. Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management [Internet]. 2022 [cited 2025 July 9];18:100756. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2022.100756>
13. Masson JF. Consideration of Sample Matrix Effects and “Biological” Noise in Optimizing the Limit of Detection of Biosensors. ACS Sensors. [Internet]. 2020 [cited 2025 Mar 25];5(11):3290-2. Available from: <https://doi.org/10.1021/acssensors.0c02254>
14. Peña-Bahamonde J, Nguyen HN, Fanourakis SK, Rodrigues DF. Recent advances in graphene-based biosensor technology with applications in life sciences. Journal of Nanobiotechnology. [Internet]. 2018 [cited 2025 Mar 25];16(75):1-17. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12951-018-0400-z>
15. Sande MG, Rodrigues JL, Ferreira D, Silva CJ, Rodrigues LR. Novel Biorecognition Elements against Pathogens in the Design of State-of-the-Art Diagnostics. Biosensors [Internet]. 2021 [cited 2025 Apr 2];11(11):418. Available from: <https://www.mdpi.com/2079-6374/11/11/418>

16. Dincer C, Bruch R, Costa Rama E, Fernández-Abedul MT, Merkoçi A, Manz A, et al. Disposable Sensors in Diagnostics, Food, and Environmental Monitoring. *Advanced Materials*. [Internet]. 2019 [cited 2025 Mar 25];31(30):1806739. Available from: <https://doi.org/10.1002/adma.201806739>
17. Gao W, Emaminejad S, Nyein HYY, Challa S, Chen K, Peck A, et al. Fully integrated wearable sensor arrays for multiplexed in situ perspiration analysis. *Nature* [Internet]. 2016 [cited 2025 May 6]; 529(7587):509–14. Available from: <https://www.nature.com/articles/nature16521>
18. Kim J, Campbell AS, Wang J. Wearable non-invasive epidermal glucose sensors: A review. *Talanta* [Internet]. 2018 [cited 2025 May 20];177:163–70. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0039914017309098>
19. Szunerits S, Zhang X. The successes and challenges in the development of sensors for medical diagnostics. *Sensors & Diagnostics*. [Internet]. 2023 [cited 2025 Mar 25];2(1):10–1. Available from: <https://doi.org/10.1039/d2sd90027k>
20. Katey B, Voiculescu I, Penkova AN, Untaroiu A. A review of biosensors and their applications. *ASME Open Journal of Engineering* [Internet]. 2023 [cited 2025 May 20];2(020201)1–16. Available from: <https://asmedigitalcollection.asme.org/openengineering/article/doi/10.1115/1.4063500/1169945/A-Review-of-Biosensors-and-Their-Applications>
21. Enzo. What are the Differences Between DNA and RNA Probes?. [Internet]. Farmingdale. Enzo; 2024. [cited 2025 May 22] 1 p. Available from: <https://www.enzo.com/note/what-are-the-differences-between-dna-and-rna-probes/>
22. Wang Q, Chen L, Long Y, Tian H, Wu J. Molecular Beacons of Xeno-Nucleic Acid for Detecting Nucleic Acid. *Theranostics* [Internet]. 2013 [cited 2025 Mar 26];3(6):395–408. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3677410/>
23. Panuwet P, Hunter RE, D’Souza PE, Chen X, Radford SA, Cohen JR, et al. Biological Matrix Effects in Quantitative Tandem Mass Spectrometry-Based Analytical Methods: Advancing Biomonitoring. *Critical reviews in analytical chemistry* [Internet]. 2016 [cited 2025 May 22] 6;46(2):93–105. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4695332/>
24. Jiang R, Xu J, Zhu F, Luan T, Zeng F, Shen Y, et al. Study of complex matrix effect on solid phase microextraction for biological sample analysis. *Journal of chromatography A* [Internet]. 2015 [cited 2025 May 24];1411:34–40. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26277030/>
25. Li Q, Li J, Wei X, Li Y, Sun M. An exploratory study on online quantification of isoprene in human breath using cavity ringdown spectroscopy in the ultraviolet. *Analytica Chimica Acta*. 2020 [cited 2025 May 19];1131:18–24. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.aca.2020.07.056>
26. Dykman L, Khlebtsov N. Gold nanoparticles in biomedical applications: recent advances and perspectives. *Chem Soc Rev* [Internet]. 2012 [cited 2025 May 6];41(6):2256–82. Available from: <https://doi.org/10.1039/c1cs15166e>
27. Wu X, Wu D, Mu Y, Zhao Y, Ma Z. Serum-Free Medium Enhances the Therapeutic Effects of Umbilical Cord Mesenchymal Stromal Cells on a Murine Model for Acute Colitis. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* [Internet]. 2020 [cited 2025 July 9];8(586)1–13

Available from: <https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.00586>

28. Hu J, Xu L, Li J, Fang C, Cheng S, Ouyang M, et al. Corrigendum to “Model-based estimation of liquid saturation in cathode gas diffusion layer and current density difference under proton exchange membrane fuel cell flooding” [Int J Hydrogen Energy 40 (2015) 14187–14201]. International Journal of Hydrogen Energy. [Internet]. 2016 [cited 2025 May 6];41(4):3314–4. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2015.12.118>
29. Elmesery M. What Are the Three Basic Steps of Conventional PCR? [Internet]. Cairo. PraxiLabs; 2021 [cited 2025 July 9]; 1 p. Available from: <https://praxilabs.com/en/blog/2021/04/28/what-are-the-three-basic-steps-of-conventional-pcr/>