

การพยากรณ์จำนวนมารดาตายจากการคลอดบุตรในประเทศไทย Forecasting the number of maternal deaths from childbirth in Thailand

ฉิตีพร พันธุ์บ้านแหลม¹, วัฒนา ชยธวัช^{2*}, พิศมร กองสิน³
Tideeporn Punbanlaem¹, Vadhana Jayathavaj^{2*}, Pissamon Kongsin³
¹คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยปทุมธานี
¹Faculty of Nursing, Pathumthani University
²สาขาการแพทย์แผนไทย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยปทุมธานี
²Thai Traditional Medicine, Faculty of Allied Health Sciences, Pathumthani University
³สาขาสาธารณสุขศาสตร์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยปทุมธานี
³Public Health, Faculty of Allied Health Sciences, Pathumthani University
(Received: April 13, 2024; Revised: August 30, 2024; Accepted: August 31, 2024)

บทคัดย่อ

การตายของมารดาหลังคลอดเป็นตัวบ่งบอกความเป็นอยู่ของมารดา การเข้าถึงบริการด้านสุขภาพ ตลอดจนความเพียงพอของสถานบริการด้านสุขภาพ ข้อมูลการตายของมารดาบ่งบอกถึงปัจจัยเสี่ยงของการตั้งครรภ์และการคลอดและชี้ให้เห็นถึงสุขภาพโดยรวมของสตรีโดยตรงและสภาพเศรษฐกิจสังคมโดยอ้อม การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์จำนวนมารดาตายจากการคลอดบุตรในประเทศไทย ปีงบประมาณ 2567 โดยใช้ข้อมูลรายงานสถิติของกระทรวงสาธารณสุข กลุ่มรายงานมาตรฐาน สาเหตุการป่วย/ตาย รายงานการตายตาม 298 กลุ่มโรค (hospital base) ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2557 ถึง 2566 ระยะเวลา 10 ปี ประกอบด้วยกลุ่มโรค 242: ภาวะแทรกซ้อนอื่น ๆ ของการตั้งครรภ์ และการคลอด 243: การคลอดของครรภ์เดียว และ 244: ภาวะแทรกซ้อนที่ส่วนใหญ่พบในระยะหลังคลอดและภาวะทางสูติกรรมอื่น โดยใช้วิธีตามทฤษฎีระบบสี่เทา แบบจำลอง GM(1,1) และ แบบจำลอง GM(1,1) expanded with periodic correction model (EPC) ผลการวิจัยพบว่า แบบจำลอง GM(1,1) EPC มีค่าเฉลี่ยของร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ (The Mean Absolute Percentage Error - MAPE) ต่ำสุดในทุกกลุ่มโรค ค่าพยากรณ์จำนวนมารดาตายปีงบประมาณ 2567 กลุ่มโรค 242: ภาวะแทรกซ้อนอื่น ๆ ของการตั้งครรภ์ และการคลอด มีจำนวน 29 คน ลดลงจากปีงบประมาณ 2566 ร้อยละ 33.32 และ 243: การคลอดของครรภ์เดียว มีจำนวน 27 คน ลดลงจากปีงบประมาณ 2566 ร้อยละ 23.86 ส่วน 244:ภาวะแทรกซ้อนที่ส่วนใหญ่พบในระยะหลังคลอด และภาวะทางสูติกรรมอื่น ๆ ที่มีได้ระบุรายละเอียด มีจำนวน 46 คน เพิ่มขึ้นจากปีงบประมาณ 2566 ร้อยละ 17.84

คำสำคัญ: การพยากรณ์, มารดาตายจากการคลอดบุตร, ทฤษฎีระบบสี่เทา

*ผู้นิพนธ์ที่ให้การติดต่อ (Corresponding e-mail: vadhana.j@ptu.ac.th เบอร์โทรศัพท์ 081-918-4467)

Abstract

Maternal death is an indicator of maternal well-being, access to health services, and the adequacy of health service facilities. Maternal mortality data indicates risk factors for pregnancy and birth and directly points to women's overall health and indirectly their socio-economic conditions. This research aims to forecast the number of maternal deaths from childbirth in Thailand in fiscal year 2024 using the Ministry of Public Health's statistical reports, standard reporting group, cause of illness, or death report on deaths according to 298 disease groups (hospital base) with data from fiscal years 2014 to 2023 spanning 10 years and containing 3 groups: 242: Other complications of pregnancy and birth; 243: Birth of a singleton pregnancy; and 244: Complications mainly seen in the postpartum period and other obstetric conditions. Using the Gray System Theory, the GM(1,1) model and the GM(1,1) expanded model with periodic correction model (EPC), the results showed that the GM(1,1) EPC model has the lowest Mean Absolute Percentage Error (MAPE) in all disease groups. Predictive value of the number of maternal deaths in fiscal year 2024, disease group 242: other complications of pregnancy and birth, there were 29 people, a decrease from fiscal year 2023, 33.32 percent, and 243: births of singleton pregnancies, there were 27 people, a decrease from fiscal year 2023, 23.86 percent, while 244: complications that were mostly found during the afterbirth and other obstetric conditions that were not specified in detail, there were 46 people, an increase of 17.84 percent from fiscal year 2023.

Keywords: Forecasting, Maternal deaths from childbirth, The Grey System Theory

บทนำ

“การตายของมารดาจากการคลอด เป็นตัวบ่งบอกความเป็นอยู่ของสตรี การเข้าถึงบริการด้านสุขภาพ ตลอดจนความพึงพอใจของสถานบริการด้านสุขภาพ ข้อมูลการตายของมารดาและสถานการณ์ บ่งบอกถึงปัจจัยเสี่ยงของการตั้งครรภ์และการคลอดและชี้ให้เห็นถึงสุขภาพโดยรวมของสตรีโดยตรง และสภาพเศรษฐกิจและสังคมโดยอ้อม” (ยงเจือ เหล่าศิริถาวร, ม.ป.ป.) การตายของมารดาจากการคลอด หมายถึง การเสียชีวิตของสตรีในขณะตั้งครรภ์หรือภายใน 42 วัน นับแต่สิ้นสุดการตั้งครรภ์ โดยไม่คำนึงถึงระยะเวลาและสถานที่ของการตั้งครรภ์ จากสาเหตุใด ๆ ที่เกี่ยวข้องหรือรุนแรงขึ้นจากการตั้งครรภ์หรือการจัดการ แต่ไม่ใช่จากความไม่ตั้งใจ หรือเหตุบังเอิญ จำนวนมารดาตายในช่วงเวลาที่กำหนด โดยทั่วไปคือหนึ่งปีปฏิทิน อัตราการตายของมารดา (The maternal mortality ratio - MMR) หมายถึง จำนวนการตายของมารดาในช่วงเวลาที่กำหนดต่อการเกิดมีชีพแสนคนในช่วงเวลาเดียวกัน ดังนั้น จึงวัดปริมาณความเสี่ยงต่อการตายของมารดาโดยสัมพันธ์กับจำนวนการเกิดที่มีชีวิต องค์การอนามัยโลก (WHO) มีเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (The Sustainable Development Goals - SDGs) เปิดตัวเมื่อวันที่ 25 กันยายน พ.ศ. 2558 และมีผลใช้บังคับในวันที่ 1 มกราคม 2559 เป็นระยะเวลา 15 ปี จนถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2573 องค์การอนามัยโลกและพันธมิตรได้ออกแถลงการณ์ที่เป็นเอกฉันท์และเอกสารยุทธศาสตร์เกี่ยวกับการยุติการเสียชีวิตของมารดาที่ป้องกันได้โดยมีเป้าหมายในการลดอัตราการตาย

ของมารดาทั่วโลกภายในปี พ.ศ. 2573 ให้น้อยกว่า 70 ราย ประมาณการอัตราส่วนการตายของมารดาของประเทศไทย พ.ศ. 2543, 2548, 2553, 2558 และ 2563 เท่ากับ 48 , 40, 35, 30 และ 29 ราย ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลง MMR ของทั้งโลกโดยรวมระหว่างปี พ.ศ. 2543 ถึง 2563 ลดลง 34.3% คิดเป็นอัตราการลงโดยเฉลี่ยต่อปีร้อยละ 2.1 (World Health Organization, 2023)

ประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น ญี่ปุ่น ที่มีอัตราการตายของมารดาจากการคลอดที่ 3.8 ต่อการเกิดมีชีพแสนคน (MMR=3.8) สำหรับประเทศไทย ปีงบประมาณ 2564 มีมารดาเสียชีวิตในระหว่างตั้งครรภ์และไม่เกิน 42 วันหลังคลอด (maternal death) ตามรายงานการตายตาม 298 กลุ่มโรค (hospital base) ทั้งประเทศ 204 ราย (กระทรวงสาธารณสุข, 2567) หรือ 38.5 ต่อการเกิดมีชีพแสนคน ถือว่าประเทศไทยมีอัตราการตายของมารดาจากการคลอดสูงกว่าญี่ปุ่นถึงสิบเท่า สาเหตุสำคัญเกิดจากการตกเลือด รองลงมาคือความดันโลหิตสูงขณะตั้งครรภ์ ส่วนการตายของมารดาจากการคลอดในปี พ.ศ. 2564 ที่ไม่เกี่ยวกับภาวะการตั้งครรภ์พบว่ามาจากการติดเชื้อโควิด-19 ถึงร้อยละ 70 รองลงมาโรคหัวใจและหลอดเลือด โรคมะเร็งและโรคอื่น ๆ โรคที่เกี่ยวกับสูติกรรมเป็นสาเหตุหลักของการตายก่อนวัยอันควรของมารดา คิดเป็นร้อยละ 66.3 ของการตายในกลุ่มมารดา (พงศศิริ จีระวัฒนรักษ์, 2566)

การศึกษาแนวโน้มภาวะสุขภาพมารดาและทารกในประเทศบังกลาเทศ โดยใช้ข้อมูลจากธนาคารโลกปี พ.ศ. 2533 ถึง 2558 เป็นเวลา 26 ปี เพื่อทำนายอนาคตปี พ.ศ. 2559 ถึง 2564 ซึ่งแบบจำลอง ARIMA ได้แสดงแนวโน้มที่ลดลงของอัตราส่วนการตายของมารดาในบังกลาเทศ อัตราการตายของมารดาจากการคลอดที่คาดการณ์ไว้ในปี พ.ศ. 2564 เท่ากับ 87.3 ต่อการเกิดมีชีพแสนคน (Rajia et al., 2019)

อัตราส่วนการตายของมารดาจากการคลอดในชนบทของจีนลดลงจาก 63.0 ต่อการเกิดมีชีพแสนคน ในปี พ.ศ. 2548 เป็น 21.1 ต่อการเกิดมีชีพแสนคนในปี พ.ศ. 2560 แบบจำลอง GM(1,1) ถูกสร้างขึ้นเพื่อให้เหมาะกับ MMR ในชนบทโดยใช้ข้อมูล 13 ปี คือ พ.ศ. 2548 ถึง 2560 ซึ่งมีความผิดพลาดสัมพัทธ์เพียงร้อยละ 2.42 (Wang, Shen, Jiang, 2019) และ จากข้อมูลของ China Statistical Yearbook ตัวชี้วัดสุขภาพมารดาและเด็ก (MMR, NMR, IMR และ U5MR) ถูกเลือกมาวิเคราะห์และคาดการณ์โดยการสร้างแบบจำลอง GM(1,1) ผลการวิจัยพบว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 ถึง 2562 ตัวชี้วัดสุขภาพมารดาและเด็กในประเทศจีนกำลังลดลง โดยลดลงประมาณ 50.00% และ ช่องว่างระหว่างพื้นที่เมืองและชนบทจะลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ. 2563 ถึง 2568 ช่องว่างระหว่างพื้นที่เมืองและชนบทจะยังคงอยู่และจะแคบลง รายงานดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการนำกลยุทธ์ด้านสุขภาพของจีนไปใช้ ระดับสุขภาพของสตรีและเด็กในประเทศจีนได้รับการปรับปรุงจากบทบาทนำของรัฐบาลในการปรับปรุงระดับสุขภาพของสตรีและเด็กในประเทศจีนอย่างมีประสิทธิภาพ (Zhang and Zhao, 2021)

สำหรับประเทศไทย กระทรวงสาธารณสุข (2567) ได้จัดทำรายงานสถิติกลุ่มรายงานมาตรฐานสาเหตุการป่วย/ตาย รายงานการตายตาม 298 กลุ่มโรค (hospital base) ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2557 ซึ่งข้อมูลปีงบประมาณ 2557 ถึง 2566 มีระยะเวลา 10 ปี ซึ่งพบว่ามี 12 กลุ่มโรคที่เกี่ยวกับการเสียชีวิตของมารดา คือ 234: แห้งเอง 235: การทำแท้งโดยเหตุผลทางการแพทย์ 236: การตั้งครรภ์อื่น ๆ ที่สิ้นสุดโดยการแท้ง 237: การบวม การมีโปรตีนในปัสสาวะ และความดันโลหิตสูงขณะตั้งครรภ์ ระยะคลอด และระยะหลังคลอด 238: รกเกาะต่ำ รกลอกตัวก่อนกำหนด และตกเลือดก่อนคลอด 239: การดูแลมารดาอื่น ๆ ที่มีปัญหาเกี่ยวกับทารกในครรภ์ และถุงน้ำคร่ำ และปัญหาที่อาจจะเกิดได้ในระยะคลอด 24 :โรคติดเชื้ออื่น ๆ ที่ติดต่อทางเพศสัมพันธ์เป็นส่วนมาก 240: การคลอดติดขัด 241: ตกเลือดหลังคลอด 242: ภาวะแทรกซ้อนอื่น ๆ ของการตั้งครรภ์ และการคลอด 243: การคลอดของครรภ์เดียว 244:

ภาวะแทรกซ้อนที่ส่วนใหญ่พบในระยะหลังคลอด และภาวะทางสูติกรรมอื่น ๆ ที่มีได้ระบุรายละเอียด กลุ่มโรคที่มีผู้เสียชีวิตอย่างต่อเนื่องทุกปี

วัตถุประสงค์วิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์จำนวนมารดาตายจากการคลอดบุตรในประเทศไทย ปีงบประมาณ 2567

ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณทำการพยากรณ์ปริมาณในอนาคตด้วยเทคนิคการพยากรณ์อนุกรมเวลา (Time Series Forecasting)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ข้อมูลจำนวนมารดาตายจากการคลอดบุตร

กลุ่มตัวอย่าง คือ ข้อมูลจำนวนมารดาตายจากการคลอดบุตรในประเทศไทย ปีงบประมาณ 2557 ถึง 2566

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างแบบจำลอง

เนื่องจากมีข้อมูลปีงบประมาณ 2557 ถึง 2566 ระยะเวลาเพียง 10 ปี จึงเลือกใช้วิธีทฤษฎีระบบสีเทา (Gray System Theory) ที่เหมาะสมกับข้อมูลจำนวนน้อย (Liu and Lin, 2010) แบบจำลองเริ่มต้นคือ แบบจำลอง GM (1, 1) เป็นสมการเชิงอนุพันธ์อันดับหนึ่งตัวแปรตัวเดียว โดยที่ G แทน สีเทา (Gray) และ M แสดงถึง แบบจำลอง (Model) โดย 1 ตัวแรกในวงเล็บแสดงถึงสมการเชิงอนุพันธ์อันดับหนึ่ง และ 1 ตัวที่สองแทนสมการที่มีตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียว GM (1, 1) จะมีลักษณะของ "อนุกรมเวลาที่มีข้อมูลจำนวนน้อย" ข้อมูลอนุกรมเวลาไม่น้อยกว่า 4 ข้อมูลก็สามารถสร้างแบบจำลองการทำนายได้ หลักการสร้างแบบจำลองของ GM (1,1) คือ การสร้างอนุกรมเวลาที่มีลักษณะเพิ่มขึ้นอย่างเดียว แล้วสร้างสมการถดถอย จากนั้นคำนวณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด หากค่าพารามิเตอร์แบบจำลอง ($y=ax+b$) ค่าสัมประสิทธิ์การพัฒนา $a \geq -0.3$ แล้วก็สามารถใช้แบบจำลอง สำหรับการคาดการณ์ระยะสั้นระยะกลางและมีความมารถานยำระดับสูง (Liu, 2021)

สมการในสร้างแบบจำลอง GM(1,1) วิธีการเริ่มจากการสร้างค่าสะสมของข้อมูล (The Accumulation Generating Operation: AGO) สร้างสมการถดถอยเชิงเส้นตรงจากค่าสะสม คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การพัฒนา (The development coefficient) และ ปริมาณกระทำสีเทา (Grey action quantity) แล้วทำการพยากรณ์ค่าสะสม จากนั้นคำนวณค่าคืนกลับ (The Inverse Accumulated Generating Operation: IAGO) เพื่อหาค่าพยากรณ์ของข้อมูลตามปกติ (Liu and Lin, 2010; Tu et al., 2023) แบบจำลอง GM(1,1) expanded with periodic correction model (EPC) เป็นแบบจำลอง GM(1,1) ที่ทำการปรับค่าคลาดเคลื่อนด้วยอนุกรมฟูรีเย่ (the Fourier series) (Lin et al., 2013)

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

เกณฑ์การพิจารณาการนำแบบจำลองไปใช้พยากรณ์

แบบจำลอง GM(1,1) มีการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การพัฒนา (The development coefficient) และ ปริมาณกระทำสีเทา (Grey action quantity) การนำแบบจำลองไปใช้สามารถพิจารณาจาก สัมประสิทธิ์พัฒนา (Zhao, 2022) ค่าสัมประสิทธิ์พัฒนา ($-a$) และระยะเวลาพยากรณ์ที่เหมาะสม กล่าวคือ ถ้า $-a \leq 0.3$ ใช้พยากรณ์ระยะกลางและระยะยาว $0.3 < -a \leq 0.5$ การทำนายระยะสั้น $0.5 < -a \leq 1$ ต้องดัดแปลงแบบจำลองเพื่อทำนาย $1 \leq -a$ ไม่เหมาะสำหรับแบบจำลองการพยากรณ์ตามทฤษฎีระบบสีเทา

สำหรับค่าข้อมูลจริง y_i จำนวน n ค่า โดย $i = 1, 2, \dots, n$ (In-sample data) ส่วน y_i เป็นค่าทำนาย สำหรับคาบเวลาตามข้อมูลที่นำมาใช้ทำนายไปในอนาคต $i = n + 1, n + 2, \dots$ (Out-of-sample data) แล้ว

ค่าเฉลี่ยของร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ (The Mean Absolute Percentage Error - MAPE)

$$MAPE = \left(\frac{1}{n-1} \sum_{k=2}^n \left| \frac{y_k - \hat{y}_k}{y_k} \right| \right) \times 100\%$$

MAPE ถ้าน้อยกว่า 10 แบบจำลองมีความแม่นยำสูง ถ้าอยู่ระหว่าง 10-20 แบบจำลองใช้พยากรณ์ได้ดี ถ้าอยู่ระหว่าง 20-50 แบบจำลองมีเหตุผลพอที่จะใช้พยากรณ์ และ ถ้ามากกว่า 50 แบบจำลองไม่มีความมารดาณยำ (Andrés, 2023; Lewis, 1982)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลจำนวนมารดาตายจากการคลอดบุตรรวบรวมจากกระทรวงสาธารณสุข (2557) รายงานสถิติกลุ่มรายงานมาตรฐาน สาเหตุการป่วย/ตาย รายงานการตายตาม 298 กลุ่มโรค (hospital base) ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2557 ซึ่งข้อมูลปีงบประมาณ 2557 ถึง 2566 มีระยะเวลา 11 ปี ซึ่งพบว่ามี 12 กลุ่มโรคที่เกี่ยวข้องกับการเสียชีวิตของมารดา ได้แสดงในตารางที่ 1 จำนวน 7 กลุ่มโรค ส่วนกลุ่มโรคที่ไม่มีผู้เสียชีวิตในปีงบประมาณ 2567 จำนวน 3 กลุ่มโรค คือ 235: การทำแท้งโดยเหตุผลทางการแพทย์ 24: โรคติดเชื้ออื่น ๆ ที่ติดต่อทางเพศสัมพันธ์เป็นส่วนมาก 240: การคลอดติดขัด กลุ่มโรคที่ปีงบประมาณ 2565 ถึง 2566 มีผู้เสียชีวิตน้อยกว่า 10 คนหลายปีต่อเนื่องกัน จำนวน 2 กลุ่มโรค คือ 238: รกเกาะต่ำ รกออกตัวก่อนกำหนด และตกเลือดก่อนคลอด 241: ตกเลือดหลังคลอด รวมเป็น 5 กลุ่มโรคที่ไม่ได้แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สถิติจำนวนมารดาตายจากการคลอดบุตรของประเทศไทยปีงบประมาณ 2557 ถึง 2567 ตามกลุ่มรายงานมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข (ประมวลผลเมื่อ 14 มีนาคม 2567 จำนวนมารดาตายจากการคลอดบุตรในปีงบประมาณ 2567 จึงไม่เต็มปีงบประมาณ)

กลุ่มโรค	ปีงบประมาณ										
	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567
234: แท้งเอง	6	14	8	6	3	4	5	4	6	7	1
236: การตั้งครรภ์อื่น ๆ ที่สิ้นสุดโดยการแท้ง	17	35	24	35	27	26	20	18	10	14	6
237: การบวม การมีโปรตีนในปัสสาวะ และความดันโลหิตสูงขณะตั้งครรภ์ ระยะคลอด และระยะหลังคลอด	11	28	37	39	23	9	8	11	14	15	2
239: การดูแลมารดาอื่น ๆ ที่มีปัญหาเกี่ยวกับทารกในครรภ์ และถุงน้ำคร่ำ และปัญหาที่อาจจะเกิดได้ในระยะคลอด	80	290	293	276	155	20	11	21	21	18	5
242: ภาวะแทรกซ้อนอื่น ๆ ของการตั้งครรภ์ และการคลอด	44	96	50	61	65	28	31	28	17	39	13
243: การคลอดของครรภ์เดี่ยว	15	44	10	8	8	6	4	6	10	33	11
244: ภาวะแทรกซ้อนที่ส่วนใหญ่พบในระยะหลังคลอดและภาวะทางสูติกรรมอื่น	24	58	72	56	52	41	32	86	40	38	13
รวมทั้ง 12 กลุ่มโรค	212	613	520	512	354	149	123	204	130	179	57

หมายเหตุ: กลุ่มโรคที่ไม่ได้นำเสนอจำนวน 5 กลุ่มโรค คือ กลุ่มโรคที่ไม่มีผู้เสียชีวิตในปีงบประมาณ 2567 จำนวน 3 กลุ่มโรค คือ 235: การทำแท้งโดยเหตุผลทางการแพทย์ 24: โรคติดเชื้ออื่น ๆ ที่ติดต่อทางเพศสัมพันธ์เป็นส่วนมาก 240: การคลอดติดขัด กลุ่มโรคที่ปีงบประมาณ 2565 ถึง 2566 มีผู้เสียชีวิตน้อยกว่า 10 คนหลายปีต่อเนื่องกัน จำนวน 2 กลุ่มโรค คือ 238: รกเกาะต่ำ รกลอกตัวก่อนกำหนด และตกเลือดก่อนคลอด 241: ตกเลือดหลังคลอด

การวิเคราะห์ข้อมูล

การพิจารณาจำนวนข้อมูลจำนวนมารดาตายจากการคลอดบุตรรายปีงบประมาณ ปีงบประมาณ 2557 ถึง 2566 ที่ลดลงจนเห็นได้ชัดในปีงบประมาณ 2566

การพิจารณารูปแบบของข้อมูลจำนวนมารดาตายจากการคลอดบุตรรายปีงบประมาณ ปีงบประมาณ 2557 ถึง 2566 โดยพิจารณาแนวโน้มด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นตรง เพื่อพิจารณาค่าความชันว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลง

การพิจารณารูปแบบข้อมูลจำนวนมารดาตายจากการคลอดบุตรรายปีงบประมาณ ปีงบประมาณ 2557 ถึง 2566 ที่มีจำนวนในปีงบประมาณ 2566 เพิ่มขึ้นหรือเกือบเท่ากับปีงบประมาณ 2565 ถูกนำมาใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง (In-sample data) กับข้อมูล 3 กลุ่มโรค คือ 242: ภาวะแทรกซ้อนอื่นๆ ของการตั้งครรภ์ และการคลอด 243: การคลอดของครรภ์เดี่ยว ทั้งสองกลุ่มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และ 244: ภาวะแทรกซ้อนที่ส่วนใหญ่พบในระยะหลังคลอดและภาวะทางสูติกรรมอื่น ในปีงบประมาณ 2566 ทั้งสามกลุ่มโรคนี้นี้มีจำนวนมารดาตายแต่ละกลุ่มโรคมามากกว่า 30 คน

จริยธรรมวิจัย/การพิทักษ์สิทธิของอาสาสมัคร

ข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์รวบรวมจากสถิติโดยรวมที่เผยแพร่ต่อสาธารณะของกระทรวงสาธารณสุขเป็นข้อมูลจำนวนมารดาตายจากการคลอดบุตรรายปีงบประมาณ ปีงบประมาณ 2557 ถึง 2566 ไม่ได้มาจากการปฏิสัมพันธ์หรือการทำกิจกรรมใดๆ ร่วมกันระหว่างผู้วิจัยกับผู้เข้าร่วมการวิจัย ไม่มีการเก็บบันทึกข้อมูลส่วนบุคคลที่สามารถสืบย้อนกลับไปหาบุคคลนั้นๆ ได้ ข้อมูลที่ได้ไม่ได้มีที่มาจากทำให้สิ่งแทรกแซง จากการใช้ยาใช้เซลล์ หรือใช้ชีววัตถุ (ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนแล้วหรือยังไม่เคยได้รับการรับรอง) ในคนคนเดียว หรือหลายคน ไม่มีการใช้เครื่องมือ (ทั้งที่ได้รับการขึ้นทะเบียนแล้วหรือยังไม่เคยได้รับการรับรอง) ในคนคนเดียวหรือหลายคนเพื่อประเมินผลด้านความปลอดภัย หรือประสิทธิภาพของเครื่องมือ จึง “ไม่ใช่โครงการวิจัยในคน non-human research” (ศูนย์ส่งเสริมจริยธรรมการวิจัย, มหาวิทยาลัยมหิดล, 2565)

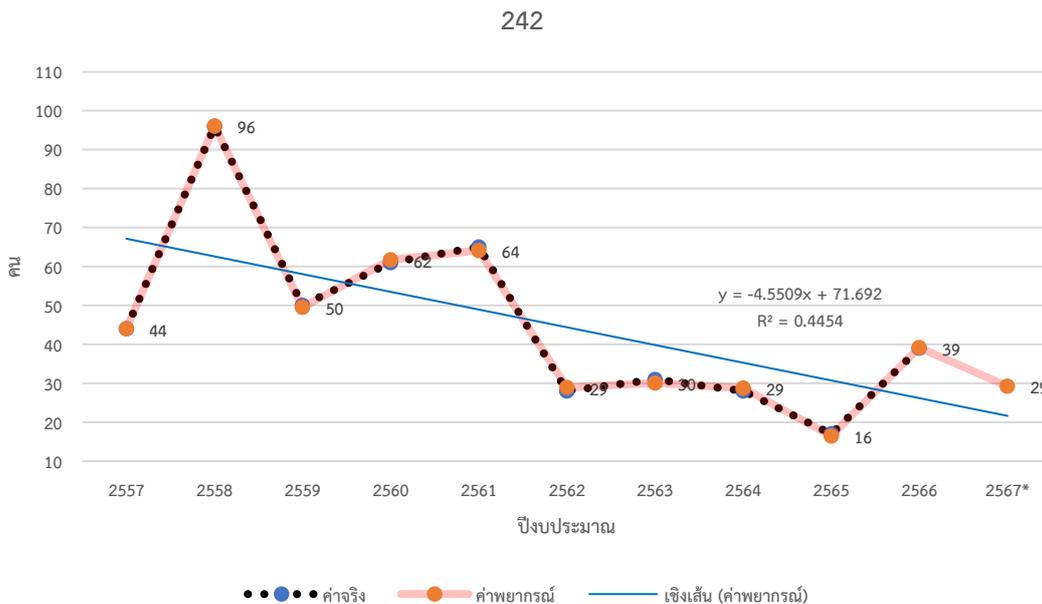
ผลการวิจัย

สถิติพรรณนาจำนวนมารดาตายจากการคลอดบุตรของประเทศไทย ปีงบประมาณ 2557 ถึง 2566 ของทั้ง 12 กลุ่มโรค ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่า กลุ่มโรค 239: การดูแลมารดาอื่น ๆ ที่มีปัญหาเกี่ยวกับทารกในครรภ์ และถุงน้ำคร่ำ และปัญหาที่อาจจะเกิดได้ในระยะคลอด มีค่าเฉลี่ยการเสียชีวิตของมารดาต่อปีงบประมาณสูงสุดที่ 118.50 ราย จากสถิติรายปีในตารางที่ 1 มีมารดาเสียชีวิตลดลงอย่างต่อเนื่อง ช่วงเวลา ตุลาคม พ.ศ. 2566 ถึงวันที่ประมวลผล 14 มีนาคม พ.ศ. 2567 มีผู้เสียชีวิตเพียง 5 ราย กลุ่มโรค 236: การตั้งครรภ์อื่น ๆ ที่สิ้นสุดโดยการแท้ง มีค่าเฉลี่ยการเสียชีวิตของมารดาต่อปีงบประมาณเป็นอันดับสอง 22.60 ราย ลดลงจาก 35 ราย จนเหลือเพียง 14 ในปีงบประมาณ 2566 และ 6 ราย ในปีงบประมาณ 2567 ขณะที่กลุ่มโรค 242: ภาวะแทรกซ้อนอื่น ๆ ของการตั้งครรภ์และการคลอด, 243: การคลอดของครรภ์เดี่ยว และ 244: ภาวะแทรกซ้อนที่ส่วนใหญ่พบในระยะหลังคลอด ๆ มีค่าเฉลี่ยการตายของมารดาต่อปีงบประมาณเท่ากับ 45.90, 14.40 และ 49.90 ราย ตามลำดับ ในปีงบประมาณ 2566 มีจำนวนมารดาเสียชีวิตมากกว่ากลุ่มโรคละ 30 ราย และในปีงบประมาณ 2567 ก็มีจำนวนมารดาตายมากกว่ากลุ่มโรคละ 10 ราย จึงนำสถิติมารดาเสียชีวิตปีงบประมาณ 2557 ถึง 2566 ของ 3 กลุ่มโรคนี้นี้ คือ กลุ่มโรค 242, 243 และ 244 มาพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์

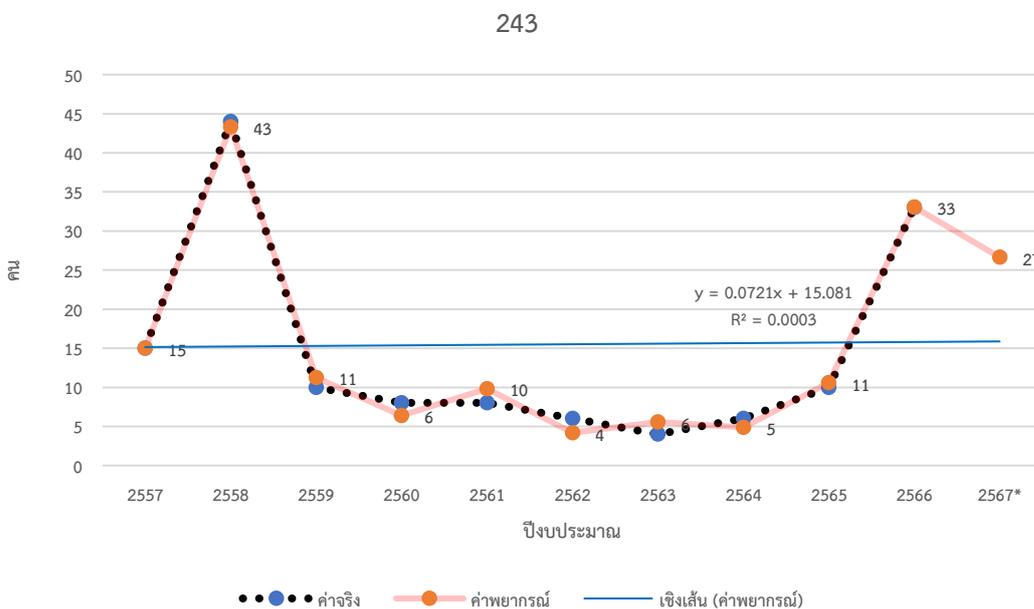
การพิจารณารูปแบบข้อมูลด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นตรงอย่างง่าย เมื่อ x เป็นปีงบประมาณ y คือจำนวนผู้เสียชีวิตแล้ว รูปแบบสมการของกลุ่มโรค 242: ภาวะแทรกซ้อนอื่นๆ ของการตั้งครรภ์ และการคลอด คือ $y=-4.55x+71.69$ ซึ่งมีความชันติดลบ หมายความว่าแนวโน้มลดลง ส่วนค่า R^2 แสดงความเปลี่ยนแปลงของเวลาอธิบายการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้เสียชีวิตได้ร้อยละ 44.54 ดังแสดงในรูปที่ 1 ส่วน 243: การคลอดของครรภ์เดี่ยว $y=0.07x+15.08$ ซึ่งมีความชันเป็นบวกใกล้เคียงศูนย์ หมายความว่าแนวโน้มเพิ่มขึ้นน้อยมาก ดังแสดงในรูปที่ 2 244: ภาวะแทรกซ้อนที่ส่วนใหญ่พบในระยะหลังคลอด และภาวะทางสูติกรรมอื่น ๆ ที่มิได้ระบุรายละเอียด $y=-0.63x+53.33$ มีความชันติดลบ หมายความว่าแนวโน้มลดลง ดังแสดงในรูปที่ 3 ส่วนค่า R^2 ของทั้งสองกลุ่มโรค 243: ๆ และ 244: ๆ แสดงความเปลี่ยนแปลงของเวลาอธิบายการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้เสียชีวิตได้ร้อยละ 0.00 และ 0.02 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 สถิติพรรณานาจำนวนมารดาตายจากการคลอดบุตรของประเทศไทย ปีงบประมาณ 2557 ถึง 2566 ตามกลุ่มรายงานมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข (ประมวลผลเมื่อ 14 มีนาคม 2567)

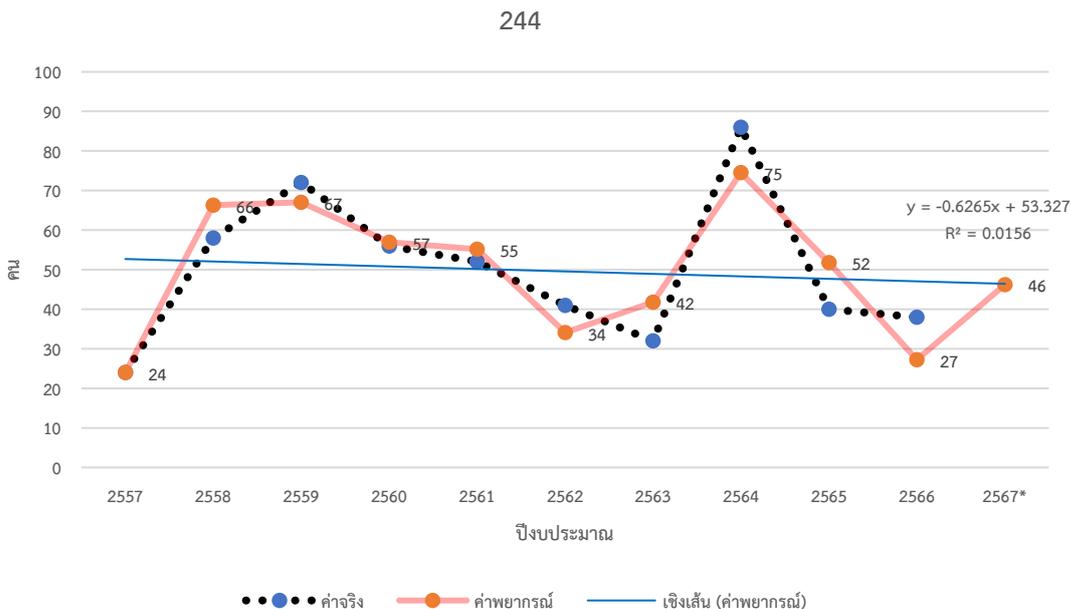
กลุ่มโรค	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	มัธยฐาน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
234: แท้งเอง	3	14	6.30	6	2.93
235: การทำแท้งโดยเหตุผลทางการแพทย์	1	13	4.25	2	5.07
236: การตั้งครรภ์อื่น ๆ ที่สิ้นสุดโดยการแท้ง	10	35	22.60	22	7.95
237: การบวม การมีโปรตีนในปัสสาวะ และความดันโลหิตสูงขณะตั้งครรภ์ ๆ	8	39	19.50	15	10.99
238: รกเกาะต่ำ รกลอกตัวก่อนกำหนด และตกเลือดก่อนคลอด	1	7	4.50	5	2.01
239: การดูแลมารดาอื่น ๆ ที่มีปัญหาเกี่ยวกับทารกในครรภ์ และถุงน้ำคร่ำ ๆ	11	293	118.50	51	117.41
24: โรคติดเชื้ออื่น ๆ ที่ติดต่อทางเพศสัมพันธ์ เป็นส่วนมาก	1	4	2.29	2	1.28
240: การคลอดติดขัด	1	15	4.25	3	4.21
241: ตกเลือดหลังคลอด	7	22	11.30	10	4.67
242: ภาวะแทรกซ้อนอื่น ๆ ของการตั้งครรภ์ และการคลอด	17	96	45.90	42	22.07
243: การคลอดของครรภ์เดี่ยว	4	44	14.40	9	12.62
244: ภาวะแทรกซ้อนที่ส่วนใหญ่พบในระยะหลังคลอด ๆ	24	86	49.90	47	17.91
รวม 12 กลุ่มโรค	123	613	299.60	208	175.74



รูปที่ 1 ค่าจริงและค่าพยากรณ์กลุ่มโรค 242:ภาวะแทรกซ้อนอื่นๆ ของการตั้งครรรภ์ และการคลอด



รูปที่ 2 ค่าจริงและค่าพยากรณ์กลุ่มโรค 243:การคลอดของครรภ์เดียว



รูปที่ 3 ค่าจริงและค่าพยากรณ์กลุ่มโรค 244:ภาวะแทรกซ้อนที่ส่วนใหญ่พบในระยะหลังคลอด และภาวะทางสูติกรรมอื่น ๆ ที่มีได้ระบุรายละเอียด

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์การพัฒนา และค่าเฉลี่ยของร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ของแบบจำลอง

กลุ่มโรค	ค่าสัมประสิทธิ์การพัฒนาของแบบจำลอง GM(1,1) -a และระยะเวลาพยากรณ์ที่เหมาะสม	ค่าเฉลี่ยของร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ของแบบจำลอง GM(1,1)EPC
242: ภาวะแทรกซ้อนอื่น ๆ ของการตั้งครรภ์ และการคลอด	0.56 ดัดแปลงแบบจำลองเพื่อทำนาย	1.78
243: การคลอดของครรภ์เดี่ยว	0.20 ระยะกลางและระยะยาว	16.81
244: ภาวะแทรกซ้อนที่ส่วนใหญ่พบในระยะหลังคลอด และภาวะทางสูติกรรมอื่น ๆ ที่มีได้ระบุรายละเอียด	0.44 การทำนายระยะสั้น	16.37

แบบจำลอง GM(1,1) ที่พัฒนาขึ้นมีค่าสัมประสิทธิ์การพัฒนาของทั้งสามกลุ่มโรค $-a < 1.0$ สามารถใช้เป็นแบบจำลองการพยากรณ์ตามทฤษฎีระบบสีเทา และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์ของแบบจำลอง GM(1,1)EPC ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ปรับปรุงมาจากแบบจำลอง GM(1,1) พบว่า กลุ่มโรค 242:ภาวะแทรกซ้อนอื่น ๆ ของการตั้งครรภ์ และการคลอด น้อยกว่า 10 มีความแม่นยำสูง และ กลุ่มโรค 243:การคลอดของครรภ์เดี่ยว กลุ่มโรค 244:ภาวะแทรกซ้อนที่ส่วนใหญ่พบในระยะหลังคลอด และภาวะทางสูติกรรมอื่น ๆ ที่มีได้ระบุรายละเอียด มีค่าอยู่ระหว่าง 10-20 ใช้พยากรณ์ได้ดี ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 4 ค่าจริงและค่าพยากรณ์จำนวนมารดาตายจากการคลอดบุตรของสามกลุ่มโรค

ปีงบประมาณ	242: ภาวะแทรกซ้อนอื่นๆ ของ การตั้งครรภ์ และการคลอด		243: การคลอดของครรภ์ เดี่ยว		244: ภาวะแทรกซ้อนที่ส่วน ใหญ่พบในระยะหลังคลอด และภาวะทางสูติกรรมอื่น ๆ ที่ มิได้ระบุรายละเอียด	
	ค่าจริง	ค่าพยากรณ์	ค่าจริง	ค่าพยากรณ์	ค่าจริง	ค่าพยากรณ์
2557	44	44	15	15	24	24
2558	96	96	44	43	58	66
2559	50	50	10	11	72	67
2560	61	62	8	6	56	57
2561	65	64	8	10	52	55
2562	28	29	6	4	41	34
2563	31	30	4	6	32	42
2564	28	29	6	5	86	75
2565	17	16	10	11	40	52
2566	39	39	33	33	38	27
MAPE	1.78		16.81		16.37	
2567*	29		27		46	
เพิ่ม/-ลดจากปี						
2566	-33.32		-23.86		17.84	

ค่าพยากรณ์จำนวนมารดาตายจากการคลอดบุตรปีงบประมาณ 2567 กลุ่มโรค 242: ภาวะแทรกซ้อน อื่นๆ ของการตั้งครรภ์ และการคลอด มีจำนวน 29 คน ลดลงจากปีงบประมาณ 2566 ร้อยละ 33.32 และ กลุ่มโรค 243: การคลอดของครรภ์เดี่ยว มีจำนวน 27 คน ลดลงจากปีงบประมาณ 2566 ร้อยละ 23.86 ส่วน กลุ่มโรค 244: ภาวะแทรกซ้อนที่ส่วนใหญ่พบในระยะหลังคลอด และภาวะทางสูติกรรมอื่น ๆ ที่มีได้ระบุ รายละเอียด มีจำนวน 46 คน เพิ่มขึ้นจากปีงบประมาณ 2566 ร้อยละ 17.84 รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4

อภิปรายผล

การพยากรณ์อัตราการตายของมารดาจากการคลอดในชนบทของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนด้วย แบบจำลอง GM(1,1) MAPE 2.42 (Wang, Shen, Jiang, 2019) การพยากรณ์จำนวนมารดาเสียชีวิต กลุ่มโรค 242: ภาวะแทรกซ้อนอื่นๆ ของการตั้งครรภ์ และการคลอด มี MAPE 1.78 ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Wang, Shen, Jiang (2019) การพยากรณ์ตามรูปที่ 1 ปีงบประมาณ 2557 มีแนวโน้มลดลงจนถึงปีงบประมาณ 2565 แล้วกลับเพิ่มขึ้นในปีงบประมาณ 2566 ส่งผลให้ค่าพยากรณ์ปีงบประมาณ 2567 ยังคงลดลงจากปีงบประมาณ 2566 แต่ก็สูงกว่าปีงบประมาณ 2565 สำหรับกลุ่มโรค 243: การคลอดของครรภ์เดี่ยว มี MAPE 16.81 สูงกว่า การศึกษาของ Wang, Shen, Jiang (2019) การพยากรณ์ตามรูปที่ 2 ปีงบประมาณ 2557 ถึง 2565 มีลักษณะลดลงอย่างต่อเนื่องแต่กลับเพิ่มสูงในปีงบประมาณ 2566 ทำให้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงแสดง

แนวโน้มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ค่าพยากรณ์ปีงบประมาณ 2567 ลดลงจากปีงบประมาณ 2566 กลุ่มโรค 244: ภาวะแทรกซ้อนที่ส่วนใหญ่พบในระยะหลังคลอด และภาวะทางสูติกรรมอื่น ๆ ที่มีได้ระบุรายละเอียด มี MAPE 16.37 สูงกว่าการศึกษาของ Wang, Shen, Jiang (2019) จำนวนผู้เสียชีวิตปีงบประมาณ 2557 เพิ่มขึ้นจนถึงปีงบประมาณ 2559 แล้วลดลงอย่างต่อเนื่องกลับเพิ่มขึ้นอีกในปีงบประมาณ 2564 แล้วลดลงในปีงบประมาณ 2565 และ 2566 สมการสมการถดถอยเชิงเส้นตรงแสดงแนวโน้มลดลง ค่าพยากรณ์ปีงบประมาณ 2567 ก็ยังคงเพิ่มขึ้น

อย่างไรก็ตาม แบบจำลองของทั้งสามกลุ่มโรคก็สอดคล้องกับหลักการของการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่รูปแบบข้อมูลตัวเลขในอดีตมีเหตุผลที่จะสรุปได้ว่าจะดำเนินต่อไปในอนาคต (Hyndman, 2021)

ค่าพยากรณ์จำนวนมารดาตายจากการคลอดบุตรปีงบประมาณ 2567 และ กลุ่มโรค 242: ภาวะแทรกซ้อนอื่นๆ ของการตั้งครรภ์ และการคลอด กลุ่มโรค 243: การคลอดของครรภ์เดี่ยว ลดลงจากปีงบประมาณ 2566 ส่วนกลุ่มโรค 244: ภาวะแทรกซ้อนที่ส่วนใหญ่พบในระยะหลังคลอด และภาวะทางสูติกรรมอื่น ๆ ที่มีได้ระบุรายละเอียด เพิ่มขึ้น

การนำผลการวิจัยไปใช้

ค่าพยากรณ์จำนวนมารดาตายจากการคลอดบุตรปีงบประมาณ 2567 มีแนวโน้มลดลง กลุ่มโรค 244: ภาวะแทรกซ้อนที่ส่วนใหญ่พบในระยะหลังคลอด และภาวะทางสูติกรรมอื่น ๆ ที่มีได้ระบุรายละเอียด กลับเพิ่มขึ้น เป็นข้อสังเกตในการระบุรายละเอียดภาวะทางสูติกรรมอื่น ๆ ที่มีได้ระบุรายละเอียด

การดำเนินมาตรการเชิงป้องกัน การส่งเสริมสุขภาพมารดาตั้งครรภ์เพื่อลดจำนวนมารดาเสียชีวิตลงตามเป้าหมายตัวชี้วัดสำนักส่งเสริมสุขภาพ 2566 อัตราส่วนการตายของมารดาจากการคลอดบุตรของประเทศไทยไม่เกิน 17 ต่อการเกิดมีชีพแสนคน (สำนักส่งเสริมสุขภาพ, 2563) ทั้งนี้ สถิติจำนวนการเกิดของประเทศไทย ปีงบประมาณ 2566 (ตุลาคม พ.ศ. 2565 ถึง กันยายน 2566) มียอดรวมทั้งสิ้น 518,057 คน (สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง, 2567) มีจำนวนมารดาเสียชีวิต 179 คน จากตารางที่ 1 (กระทรวงสาธารณสุข, 2567) อัตราส่วนการตายมารดาไทยต่อการเกิดมีชีพแสนคนยังอยู่ที่ 34.55

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การตรวจสอบค่าพยากรณ์จากแบบจำลองกับค่าจริงจากรายงานของกระทรวงสาธารณสุขเพื่อประเมินแบบจำลองร่วมกับข้อมูลมาตรการต่าง ๆ ที่ได้ดำเนินการเพื่อการปรับปรุงพัฒนาแบบจำลองที่เหมาะสมต่อไป ซึ่งการศึกษาแบบจำลองการพยากรณ์ในต่างประเทศพบว่าแบบจำลองการพยากรณ์มีรายงานการตรวจสอบภายนอกเพียงร้อยละ 5.2 เท่านั้น (Leung et al., 2023) การศึกษาปัจจัยที่เป็นสาเหตุทำให้การตายของมารดาจากการคลอด (ในขณะที่ตั้งครรภ์หรือภายใน 42 วัน นับแต่สิ้นสุดการตั้งครรภ์) การจัดการที่สาเหตุก็จะลดการเสียชีวิตลงได้ซึ่งเป็นเครื่องบ่งชี้ถึงระดับบริการสาธารณสุขของประเทศ

References

- กระทรวงสาธารณสุข. (2567). กลุ่มรายงานมาตรฐาน >> สาเหตุการป่วย/ตาย >> รายงานการตายตาม 298 กลุ่มโรค (hospital base). สืบค้นวันที่ 9 มีนาคม 2567. จาก https://hdcservice.moph.go.th/hdc/reports/report.php?&cat_id=491672679818600345dc1833920051b2&id=b4ea22252bb533f3f9225dfcab83d43a#
- ยงเจือ เหล่าศิริถาวร. (ม.ป.ป.). การตายของมารดาในประเทศไทย. สถานการณ์สุขภาพในประเทศไทย ฉบับที่ 2 สำนักงานพัฒนาระบบข้อมูลข่าวสารสุขภาพ. สืบค้นวันที่ 9 มีนาคม 2567. จาก <https://www.hiso.or.th/hiso/picture/bro/PDF/lesson2.pdf>
- พงศ์ศุภี จีระวัฒนรักษ์. (2566). ไข้ป่าภาวะโรค ลดความเสี่ยงการตายและภาวะโรคของมารดา เว็บไซต์สมาคมนานาชาติ “ไข้ป่าภาวะโรค: ลดเสี่ยง เตรียมพร้อมเพื่อลูกรัก”. สืบค้นวันที่ 9 มีนาคม 2567. จาก <https://www.thaihealth.or.th/ไข้ป่าภาวะโรค-ลดความเสี่ยง/>
- ศูนย์ส่งเสริมจริยธรรมการวิจัย, มหาวิทยาลัยมหิดล. (2565). แบบประเมินตนเอง เข้าข่ายการวิจัยในคนหรือไม่ (Eng, Thai). สืบค้นวันที่ 9 มีนาคม 2567. จาก <https://sp.mahidol.ac.th/th/ethics-human/forms/checklist/2022-Human%20Research%20Checklist-researcher.pdf>
- สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง. (2567). จำนวนการเกิด, สถิติจำนวนการเกิด ตุลาคม พ.ศ. 2565 ถึง กันยายน 2566. สืบค้นวันที่ 9 มีนาคม 2567. จาก <https://stat.bora.dopa.go.th/stat/statnew/statMONTH/statmonth/#/view>
- สำนักส่งเสริมสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข. (2563). ตัวชี้วัดเฝ้าระวัง สำนักส่งเสริมสุขภาพ 2566. สืบค้นวันที่ 9 มีนาคม 2567. จาก <https://hp.anamai.moph.go.th/th/report-kpi-2566>
- Andrés D. (2023). Error metrics for time series forecasting. Retrieved 24 March 2024, from: <https://mlpillars.dev/time-series/error-metrics-for-time-series-forecasting/>
- Hyndman RJ., and Athanasopoulos G. (2021). Forecasting: principles and practice. (3rd edition). Melbourne: OTexts.
- Lewis CD. (1982). Industrial and business forecasting methods: a practical guide to exponential smoothing and curve fitting. London: Butterworth.
- Leung XY., Islam RM, Adhami M, Ilic D, McDonald L, Palawaththa S, et al. (2023). A systematic review of dengue outbreak prediction models: Current scenario and future directions. PLoS Negl Trop Dis., 17(2), e0010631.
- Lin YH, Chiu CC, Lin YJ, and Lee PC. (2013). Rainfall prediction using innovative grey model with the dynamic index. Journal of Marine Science and Technology, 21(1), 63-75.
- Liu S. (2021). Grey system theory and its application. 9th ed. Beijing: Science Press.
- Liu S, and Lin Y. (2010). Grey systems theory and applications. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Rajia S, Sabiruzzaman M, Islam MK, Hossain MG, and Lestrel PE. (2019). Trends and future of maternal and child health in Bangladesh. PLoS One, 14(3), e0211875. doi: 10.1371/journal.pone.0211875.

- Tu CJ, Pan Q, Jiang CM, Tu YX, and Zhang SH. (2023). Trends and predictions in the physical shape of Chinese preschool children from 2000 to 2020. *Frontiers in Public Health*, 11,1148415. DOI 10.3389/fpubh.2023.1148415.
- Wang Y, Shen Z, Jiang Y. (2019). Analyzing maternal mortality rate in rural China by Grey-Markov model. *Medicine (Baltimore)*,98(6),e14384. doi: 10.1097/MD.00000000000014384
- World Health Organization. (2023). Trends in maternal mortality 2000 to 2020: estimates by WHO, UNICEF, UNFPA, World Bank Group and UNDESA/Population Division. Retrieved 24 March 24, from: <https://data.unicef.org/resources/trends-in-maternal-mortality-2000-to-2020/>
- Zhang W., and Zhao Z. (2021). Analysis and Prediction of Maternal and Child Health Level in Urban and Rural Areas Based on GM(1,1) Model. *Advances in Applied Mathematics*, 10(7), 2511-2518.
- Zhao D, Zhang H, Cao Q, Wang Z, He S, Zhou M. and Zhang R. (2022). The research of ARIMA, GM(1,1), and LSTM models for prediction of TB cases in China. *PLoS One*, 17(2), e0262734. doi: 10.1371/journal.pone.0262734.