

ตัวแบบพยากรณ์อุบัติการณ์โรคเบาหวานชนิดที่ 1 ในเด็กอายุต่ำกว่า 15 ปี ในเขตสุขภาพที่ 7

Forecasting Model for Incidence of Type I Diabetes in Children under 15-year-old in Health Region VII

ชลลดา พหลนาคุ^{1*}, เชษฐา งามจรัส²

Chonlada Phonnakhu^{1*}, Chetta Ngamjarus²

¹หลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีวสถิติ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

²สาขาวิชาวิทยาการระบาดและชีวสถิติ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

¹Program in Biostatistics Master of Public Health, Faculty of Public Health, Khon Kaen University

²Department of Epidemiology and Biostatistics, Faculty of Public Health, Khon Kaen University

*Correspondence to: chonlada.phon@kkumail.com

Received: Feb 19, 2025 | Revised: May 21, 2025 | Accepted: May 27, 2025

บทคัดย่อ

โรคเบาหวานชนิดที่ 1 เป็นปัญหาสุขภาพที่สำคัญในเด็กโดยเฉพาะในเขตสุขภาพที่ 7 (จังหวัดขอนแก่น ร้อยเอ็ด กาฬสินธุ์ และมหาสารคาม) ของประเทศไทย อย่างไรก็ตามยังไม่พบการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์อุบัติการณ์ของโรคเบาหวานชนิดที่ 1 ในพื้นที่ดังกล่าวด้วยการใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาโดยเฉพาะในเด็ก ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบในการพยากรณ์อุบัติการณ์ของโรคเบาหวานชนิดที่ 1 ของเด็กอายุต่ำกว่า 15 ปี ในเขตสุขภาพที่ 7 โดยใช้ข้อมูลผู้ป่วยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 ถึง 2567 ที่มาจากระบบคลังข้อมูลด้านการแพทย์และสาธารณสุข สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทย โดยทำการสร้างตัวแบบพยากรณ์ข้อมูลดังกล่าวด้วยวิธี Negative Binomial และ Box-Jenkins ผลการศึกษาพบว่า เขตสุขภาพที่ 7 มีอุบัติการณ์ในการเกิดโรสดังกล่าวเท่ากับ 25.8 คนต่อจำนวนประชากรแสนคน (ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ตั้งแต่ 24.7 ถึง 27.0) โดยมีจำนวนผู้ป่วยสูงที่สุดในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 สำหรับตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์โรสดังกล่าวในพื้นที่ที่ทำการศึกษาคือ SARIMA(1,1,1)(1,1,1)₁₂ ซึ่งสามารถพยากรณ์อุบัติการณ์ในอนาคตของการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 1 ในเด็กต่ำกว่า 15 ปี เฉพาะในเขตสุขภาพที่ 7 ได้ ซึ่งจะสามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อประกอบการพิจารณาสำหรับการบริหารทรัพยากรด้านการดูแลสุขภาพของผู้ป่วยด้วยโรสดังกล่าวได้ เช่น คาดการณ์ความต้องการบุคลากรทางการแพทย์และทรัพยากรที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

คำสำคัญ: การพยากรณ์, เบาหวาน, เด็ก

Abstract

Type I Diabetes Mellitus is a major health problem in children, especially in Health Region 7th (Khon Kaen, Roi Et, Kalasin, and Maha Sarakham provinces) in Thailand. However,

there was a lack of study to conduct a forecasting model of this disease in that area using time series data especially in children. Therefore, this study aimed to develop the predictive model for type I DM among children under 15-year-old in Health Region 7th. The patient's data during 2015 to 2024 were retrieved from Health Data Center database, Office of the Permanent Secretary, Ministry of Public Health, Thailand. Negative Binomial and Box-Jenkins methods were used to create forecasting models using the retrieved data. The results found, there were 25.8 cases per 100,000 population (95% Confidence interval: 24.7 to 27.0). The highest number of cases was recorded in August 2019. SARIMA(1,1,1)(1,1,1)₁₂ is the appropriate model for predicting type I diabetes. It allows for forecasting the future incidence of type 1 diabetes among children under 15 years old specifically in Health Region 7th. The forecasts can be used as supporting information for healthcare resource management, such as estimating the future demand for medical personnel and related healthcare resources.

Keyword: Forecasting, Diabetes, Children

บทนำ

โรคเบาหวานจัดอยู่ในกลุ่มของโรคไม่ติดต่อเรื้อรังซึ่งมีรายงานผู้ป่วยจำนวนมากในทุกภูมิภาคทั่วโลก⁽¹⁾ และอัตราอุบัติการณ์ของโรคเบาหวานทั่วโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 239.31 คนต่อแสนประชากรในปี ค.ศ. 2010 เป็น 309.73 คนต่อแสนประชากร ในปี ค.ศ. 2021⁽²⁾ การศึกษาส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับโรคเบาหวานชนิดที่ 2 และโรคเบาหวานขณะตั้งครรภ์ ในขณะที่การศึกษาเกี่ยวกับเบาหวานชนิดที่ 1 มีอยู่อย่างจำกัด⁽³⁾ ซึ่งโรคดังกล่าวเป็นผลมาจากระบบภูมิคุ้มกันทำลายเบต้าเซลล์ในตับอ่อน⁽⁴⁾ นำไปสู่การดูแลรักษาด้วยการพึ่งพาการใช้อินซูลิน⁽⁵⁾ และยังคงส่งผลต่อเด็กอายุต่ำกว่า 15 ปี กว่าครึ่งล้านทั่วโลก^(1,6) จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบในระหว่างปี ค.ศ. 1980 ถึง 2019 พบว่าผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 1 ในกลุ่มอายุ 0 ถึง 14 ปี พบว่าในระดับโลกมีอุบัติการณ์

เท่ากับ 15.0 คนต่อแสนประชากร (ช่วงความเชื่อมั่น (Confidence interval: CI) ร้อยละ 95 ตั้งแต่ 13.0 ถึง 17.0) ส่วนในทวีปเอเชียพบอุบัติการณ์เท่ากับ 15.0 คนต่อแสนประชากร (95% CI: 10.0, 21.0)⁽⁷⁾ สำหรับประเทศไทยอุบัติการณ์ของโรคดังกล่าวในกลุ่มอายุ 0 ถึง 19 ปีเท่ากับ 5.0 คนต่อแสนประชากรในระหว่างปี พ.ศ. 2558 ถึง 2563⁽⁸⁾ โดยในประเทศไทยพบว่าเด็กอายุต่ำกว่า 15 ปีได้รับการวินิจฉัยด้วยโรคเบาหวานชนิดที่ 1 มากที่สุดร้อยละ 74 ของเบาหวานในเด็กทั้งหมด⁽⁴⁾ นอกจากนี้ยังพบว่าในระหว่างปี พ.ศ. 2539 ถึง 2548 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยมีอุบัติการณ์ของโรคดังกล่าวเท่ากับ 0.6 คนต่อแสนประชากร (95% CI: 0.6, 0.7)⁽⁹⁾ ส่วนในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 7 พบความชุกของโรคเบาหวานในเด็กอายุต่ำกว่า 15 ปี มากเป็นอันดับที่ 1 ในปี พ.ศ. 2560 ถึง 2562 และในปี พ.ศ. 2564⁽¹⁰⁾

สำหรับการพยากรณ์อุบัติการณ์ของโรคเบาหวานชนิดที่ 1 ยังมีความจำเป็นต่อการวางแผนการจัดการด้านสาธารณสุข จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าการศึกษาของ Singye T และ Unhapipat S ได้ศึกษาเพื่อค้นหาตัวแบบในการคาดการณ์แนวโน้มของผู้ป่วยโรคเบาหวานในประเทศภูฏานและพบว่าตัวแบบ Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) คือ ARIMA(0,1,1) เป็นตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์โรคดังกล่าว⁽¹¹⁾ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Loibor JM และ Kisoma MM ซึ่งทำการศึกษเพื่อหาตัวแบบในการคาดการณ์การเข้ารับการรักษาของผู้ป่วยโรคเบาหวานประเทศแทนซาเนียพบว่าตัวแบบที่เหมาะสมคือ ARIMA(0,1,1)⁽¹²⁾ และในปี ค.ศ. 2023 พบการศึกษาของ Soh JGS และคณะได้ทำการศึกษาเพื่อหาตัวแบบทำนายความถี่ของการกลับเข้ามาับการรักษาซ้ำใน 1 ปี ของผู้ป่วยโรคเบาหวานในประเทศสิงคโปร์และเปรียบเทียบตัวแบบการถดถอยของจำนวนนับ (Count regression models) พบว่าตัวแบบ Zero-Inflated Negative Binomial Regression เป็นตัวแบบที่เหมาะสม⁽¹³⁾ ซึ่งตัวแบบดังกล่าวใช้สำหรับข้อมูลจำนวนนับ (Count data) ที่แสดงถึงข้อมูลมีความแปรปรวนสูงกว่าค่าเฉลี่ย (Overdispersion) และมีค่าศูนย์มากผิดปกติ (Excess Zeros)⁽¹⁴⁾ ส่วนการศึกษาในประเทศไทยนั้นพบการศึกษาของผุสดี ชูชีพและวัฒนา ชยธวัช ในปี พ.ศ. 2567 ที่ทำการศึกษาเพื่อพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยด้วยโรคเบาหวานในจังหวัดนครราชสีมาพบตัวแบบที่เหมาะสมคือ GM(1,1)⁽¹⁵⁾

อย่างไรก็ตามปัจจุบันยังมีการศึกษาอย่างจำกัดที่เกี่ยวข้องกับการหาตัวแบบในการพยากรณ์

อุบัติการณ์โรคเบาหวานชนิดที่ 1 โดยเฉพาะในเด็กอายุต่ำกว่า 15 ปี ที่มารับการรักษาในเขตสุขภาพที่ 7 เนื่องจากการศึกษาส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในผู้ป่วยเบาหวานชนิดอื่น ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการสร้างตัวแบบในการพยากรณ์อุบัติการณ์ของโรคเบาหวานชนิดที่ 1 ของเด็กอายุต่ำกว่า 15 ปี ในเขตสุขภาพที่ 7

วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างตัวแบบในการพยากรณ์อุบัติการณ์ของโรคเบาหวานชนิดที่ 1 ในเด็กอายุต่ำกว่า 15 ปี ในเขตสุขภาพที่ 7 ในประเทศไทย

วิธีการวิจัย

ประชากรศึกษา คือเด็กไทยอายุต่ำกว่า 15 ปี ณ วันที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 1 ระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2558 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2567 ในเขตสุขภาพที่ 7 (ประกอบด้วยจังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม ร้อยเอ็ด และกาฬสินธุ์) จากระบบคลังข้อมูลด้านการแพทย์และสาธารณสุข (Health Data Center: HDC) สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทย (ข้อมูล ณ วันที่ 15 มกราคม พ.ศ. 2568)⁽¹⁶⁾ โดยผู้วิจัยได้ทำหนังสือจากสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดร้อยเอ็ด (ซึ่งผู้วิจัยลำดับที่ 1 ปฏิบัติงานภายใต้สังกัด สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดร้อยเอ็ด สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข) ไปยังสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุขเพื่อขออนุญาตใช้ข้อมูลดังกล่าวข้างต้น

การวิเคราะห์ข้อมูล โดยนำข้อมูลดังกล่าวเข้าสู่โปรแกรม R⁽¹⁷⁾ และ RStudio⁽¹⁸⁾ เพื่อจัดการข้อมูลรวมถึงวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอลักษณะข้อมูล

ทั่วไปที่เป็นข้อมูลจำแนกประเภท (Categorical data) ด้วยการแจกแจงความถี่และร้อยละ สำหรับอายุที่เป็นข้อมูลต่อเนื่อง (Continuous data) และจากการทดสอบพบว่าข้อมูลแจกแจงไม่ปกติ ผู้วิจัยจึงนำเสนอด้วยค่ามัธยฐาน พร้อมด้วยค่าต่ำสุดและค่าสูงสุด ทั้งนี้ผู้วิจัยได้คำนวณอุบัติการณ์พร้อมช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้ข้อมูลจำนวนประชากรระหว่างปี พ.ศ. 2558 ถึง 2567 จากสำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง⁽¹⁹⁾ และทำการสร้างแผนที่แสดงการกระจายของอุบัติการณ์ของโรคเบาหวานชนิดที่ 1 ต่อจำนวนประชากรแสนคนโดยอาศัยโครงสร้างแผนที่จากไฟล์ลักษณะรูปร่างสำหรับสร้างแผนที่จากเว็บไซต์ Humanitarian data exchange⁽²⁰⁾

การกำหนดตัวแบบในการพยากรณ์ ทำการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธี Box-Jenkins และตัวแบบถดถอย (Regression) แบบทวินามเชิงลบ (Negative Binomial: NB) โดยการกำหนดตัวแบบอนุกรมเวลาได้พิจารณาจากกราฟ Autocorrelation Function (ACF) และ Partial Autocorrelation Function (PACF)⁽²¹⁾ ตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของอนุกรมว่าเป็นอนุกรมแบบคงที่ (Stationary) หรือไม่ก่อนสร้างตัวแบบ และหลังสร้างตัวแบบได้ทดสอบความคลาดเคลื่อน (Residual) ว่าเป็นอนุกรมแบบคงที่ด้วยสถิติทดสอบ Augmented Dickey-Fuller (ADF)^(22,23) และใช้สถิติทดสอบ Box-Ljung เพื่อทดสอบความเป็นอิสระกันของค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากตัวแบบที่สร้างขึ้นด้วยวิธีดังกล่าวข้างต้น⁽²⁴⁾ กำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 เพื่อใช้ในการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นด้วยสถิติที่กล่าวมา นอกจาก

นี้ยังได้ทำการวิเคราะห์ด้วยตัวแบบ NB เมื่อพบว่าข้อมูลมีค่าความแปรปรวนสูงกว่าค่าเฉลี่ย (Overdispersion)⁽¹⁴⁾ โดยได้ทำการเปรียบเทียบตัวแบบดังที่กล่าวมาข้างต้นด้วยค่า Akaike's Information Criterion (AIC), Bayesian Information Criterion (BIC) และ Root Mean Squared Error (RMSE) โดยคัดเลือกจากตัวแบบที่เหมาะสมด้วยค่า RMSE ค่า AIC และค่า BIC ที่ต่ำที่สุด⁽²⁵⁻²⁷⁾

การศึกษานี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยขอนแก่น เอกสารเลขที่ HE672318 ณ วันที่ 7 มกราคม พ.ศ. 2568

ผลการศึกษา

จากข้อมูลผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยด้วยโรคเบาหวานชนิดที่ 1 ในเขตสุขภาพที่ 7 ระหว่างปี พ.ศ. 2558 ถึง 2567 พบว่าผู้ป่วยทั้งหมด 1,980 คน โดยในปี พ.ศ. 2562 มีจำนวนผู้ป่วยสูงสุด จำนวน 340 คน (ร้อยละ 17.2) เมื่อจำแนกข้อมูลตามอายุ พบว่าผู้ป่วยที่มีอายุระหว่าง 10 ถึง 14 ปี เป็นกลุ่มที่ได้รับการวินิจฉัยด้วยโรคเบาหวานชนิดที่ 1 สูงที่สุดจำนวน 1,421 คน (ร้อยละ 71.8) เมื่อจำแนกข้อมูลตามเพศพบว่าผู้ป่วยส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงมีจำนวน 1,221 คน (ร้อยละ 61.7) ดังตารางที่ 1 โดยจังหวัดขอนแก่นสูงที่สุดคือจำนวน 1,194 คน (ร้อยละ 60.3) รองลงมาคือจังหวัดมหาสารคาม 304 คน (ร้อยละ 15.4) ส่วนจังหวัดกาฬสินธุ์และร้อยเอ็ดมีผู้ป่วยจำนวน 258 และ 224 คน ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ผู้ป่วยอายุต่ำกว่า 15 ปี ที่ได้รับการวินิจฉัยด้วยโรคเบาหวานชนิดที่ 1 เขตสุขภาพที่ 7
ในปี พ.ศ. 2558 ถึง 2567 (n = 1,980 คน)

	ตัวแปร	จำนวน (ร้อยละ)
ปี พ.ศ.	2558	43 (2.2)
	2559	57 (2.9)
	2560	117 (5.9)
	2561	236 (11.9)
	2562	340 (17.2)
	2563	239 (12.1)
	2564	222 (11.2)
	2565	256 (12.9)
	2566	238 (12.0)
	2567	232 (11.7)
อายุ (ปี)	0 ถึง 4	81 (4.1)
	5 ถึง 9	477 (24.1)
	10 ถึง 14	1,421 (71.8)
	Missing	1 (0.1)
	มัธยฐาน (ต่ำสุด, สูงสุด)	11.7 (0.2, 15.0)
เพศ	ชาย	759 (38.3)
	หญิง	1,221 (61.7)
จังหวัด	ขอนแก่น	1,194 (60.3)
	มหาสารคาม	304 (15.4)
	กาฬสินธุ์	258 (13.0)
	ร้อยเอ็ด	224 (11.3)

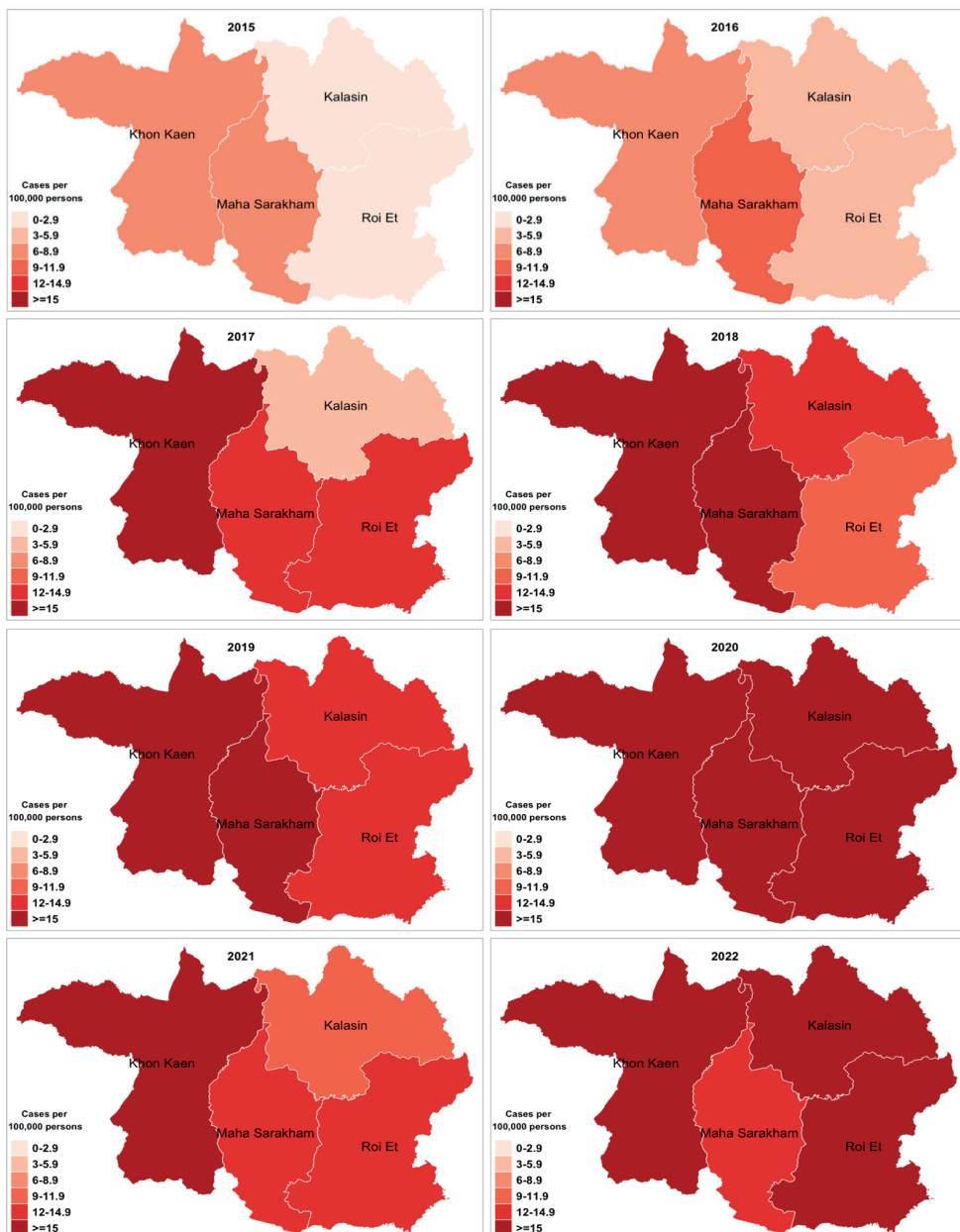
นอกจากนี้ยังพบว่าอุบัติการณ์ของโรคเบาหวานชนิดที่ 1 จากข้อมูล 10 ปี เท่ากับ 25.8 คนต่อจำนวนประชากรแสนคน (95% CI: 24.7, 27.0) อับัติการณ์สูงสุดในปี พ.ศ. 2562 คิดเป็น 43.4 คนต่อจำนวนประชากรแสนคน (95% CI: 38.9, 48.3) เมื่อวิเคราะห์จำแนกตามอายุพบว่า

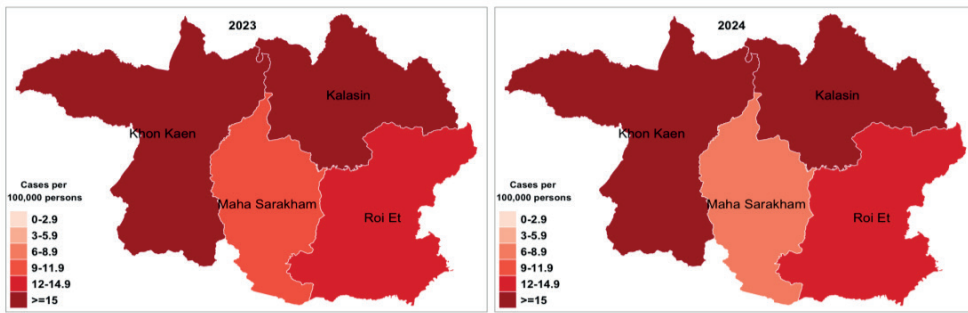
อุบัติการณ์สูงสุดในเด็กอายุ 10 ถึง 14 ปี เท่ากับ 50.2 คนต่อจำนวนประชากรแสนคน (95% CI: 47.7, 52.9) เมื่อวิเคราะห์จำแนกตามเพศพบว่าเพศหญิงมีอุบัติการณ์ของโรคเท่ากับ 32.8 คนต่อจำนวนประชากรแสนคน (95% CI: 31.0, 34.7) และเมื่อทำการวิเคราะห์จำแนกรายจังหวัดในเขต

สุขภาพที่ 7 พบอุบัติการณ์ของโรคสูงสุดในจังหวัด
ขอนแก่นเท่ากับ 30.2 คนต่อจำนวนประชากรแสน
คน (95% CI: 28.5, 32.0)

เมื่อพิจารณาถึงอุบัติการณ์ของโรคดังกล่าว
โดยจำแนกตามพื้นที่พบว่าในปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ.
2020) ทั้ง 4 จังหวัดในเขตสุขภาพที่ 7 (จังหวัด
ขอนแก่น ร้อยเอ็ด กาฬสินธุ์ และมหาสารคาม)
มีอุบัติการณ์มากกว่า 15 คนต่อจำนวนประชากร

แสนคน และในปี พ.ศ. 2567 (ค.ศ. 2024) มีจำนวน
2 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดขอนแก่นและกาฬสินธุ์ยังคง
มีอุบัติการณ์มากกว่า 15 คนต่อจำนวนประชากร
แสนคน ส่วนในจังหวัดมหาสารคามและร้อยเอ็ด
มีอุบัติการณ์ลดลงจากปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2020)
มาอยู่ในช่วง 6.0 ถึง 8.9 และ 12.0 ถึง 14.9 คน
ต่อจำนวนประชากรแสนคน ตามลำดับ (ภาพที่ 1)

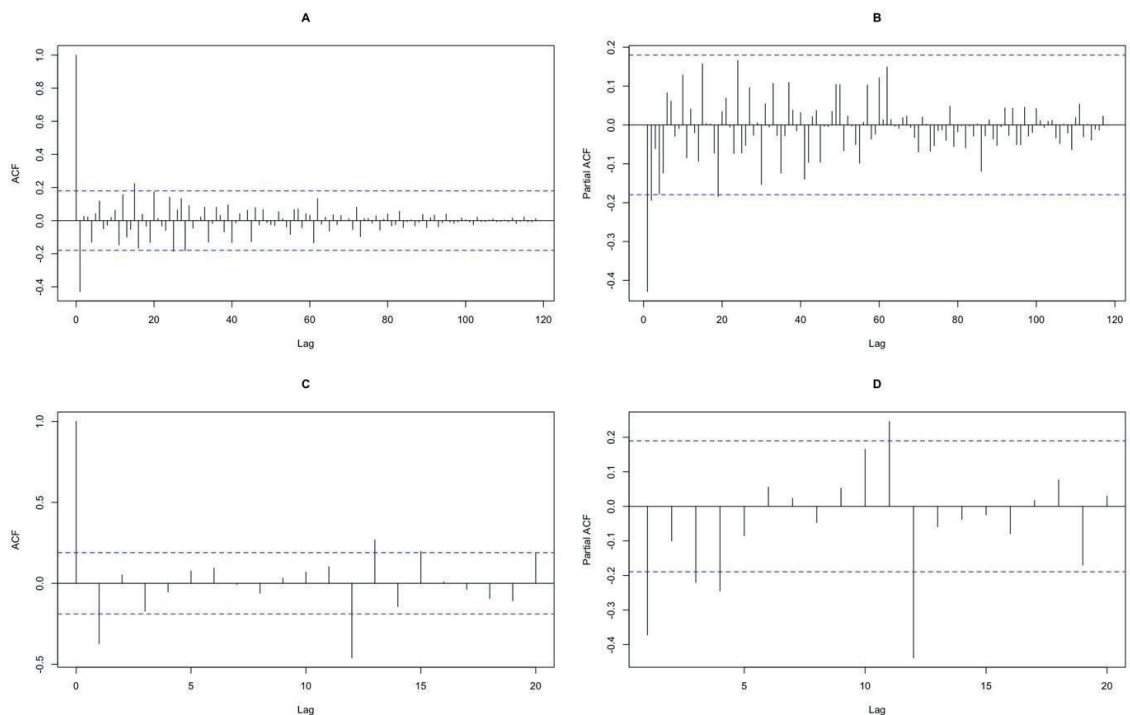




ภาพที่ 1 อุบัติการณ์ของโรคเบาหวานชนิดที่ 1 ในเด็กอายุต่ำกว่า 15 ปี ต่อจำนวนประชากร 100,000 คน จำแนกรายจังหวัด ในเขตสุขภาพที่ 7 ในปี พ.ศ. 2558 ถึง 2567

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างกราฟ ACF และ PACF เพื่อกำหนดตัวแบบ Box-Jenkins ดังภาพที่ 2 เมื่อทำการหาผลต่างหนึ่งครั้งจากข้อมูลอนุกรมเวลาของผู้ป่วยได้กราฟ ACF (ภาพที่ 2A) พบว่าอนุกรมเวลามีสหสัมพันธ์ ณ ช่วงเวลาที่ช้ากว่ากัน (lag) ที่ 1 ซึ่งสามารถกำหนดตัวแบบ MA ที่อาจเป็นไปได้คือ MA(1) และกราฟ PACF (ภาพที่ 2B) พบว่ามีสหสัมพันธ์บางส่วน ณ lag ที่ 1 และ 2 ดังนั้นตัวแบบ AR ที่อาจเป็นไปได้คือ AR(1) และ AR(2)

นอกจากนี้เมื่อทำการหาผลต่างหนึ่งครั้งจากอนุกรมเวลารายปี จะได้ว่าตัวแบบที่เป็นไปได้ของฤดูกาลคือ SMA(1) และ SAR(1) เนื่องจากกราฟ ACF (ภาพที่ 2C) และกราฟ PACF (ภาพที่ 2D) พบว่าอนุกรมเวลารายปี มีสหสัมพันธ์และสหสัมพันธ์บางส่วน ณ lag ที่ 1 ตามลำดับ ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดตัวแบบที่น่าจะเป็นไปได้ทั้งหมดจากการพิจารณาจากกราฟ ACF และ PACF ข้างต้นดังปรากฏในตารางที่ 2



ภาพที่ 2 กราฟ ACF (A) และ PACF (B) เมื่อทำการหาผลต่างข้อมูล 1 เดือน และกราฟ ACF (C) และ PACF (D) เมื่อทำการหาผลต่างข้อมูล 1 ปี

จากตารางที่ 2 ที่แสดงตัวแบบที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากการพิจารณาจากภาพที่ 2 พบว่าตัวแบบที่มีความเหมาะสมในการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยอายุต่ำกว่า 15 ปี ที่ได้รับการวินิจฉัยด้วยโรคเบาหวานชนิดที่ 1 ในเขตสุขภาพที่ 7 คือ SARIMA(1,1,1)(1,1,1)₁₂ เนื่องจากให้ค่า AIC และ BIC ต่ำที่สุด คือ 707.73 และ 721.09 ตามลำดับ เมื่อทำการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของตัวแบบพบว่าตัวแบบ SARIMA(1,1,1)(1,1,1)₁₂ เป็นอนุกรมคงที่

(p-value ของสถิติทดสอบ ADF เท่ากับ 0.01) และค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบมีสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 (p-value ของสถิติทดสอบ Ljung-Box เท่ากับ 0.8937) แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบมีความเป็นอิสระกัน ดังนั้นตัวแบบ SARIMA(1,1,1)(1,1,1)₁₂ จึงผ่านข้อตกลงเบื้องต้นดังกล่าว จึงสามารถนำตัวแบบนี้ไปใช้พยากรณ์จำนวนผู้ป่วยดังกล่าวได้

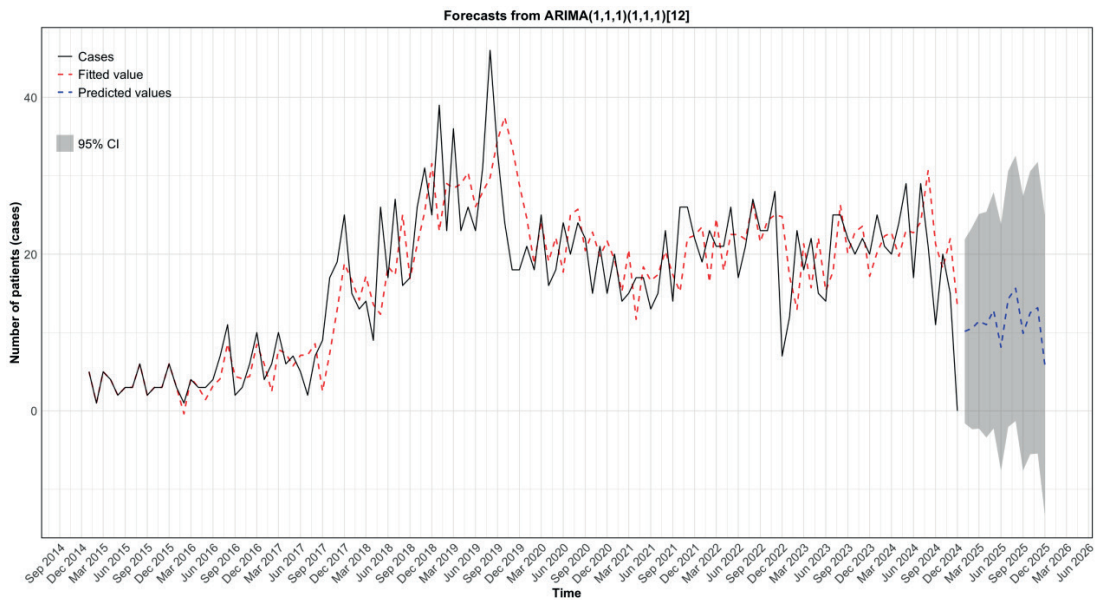
ตารางที่ 2 ตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยอายุต่ำกว่า 15 ปี ที่ได้รับการวินิจฉัยด้วยโรคเบาหวานชนิดที่ 1 ในเขตสุขภาพที่ 7 ปี พ.ศ. 2558 ถึง 2567

ตัวแบบพยากรณ์	ค่าสัมประสิทธิ์	RMSE	AIC	BIC	P-Value	
					ADF test	Box-Ljung test
Box-Jenkins						
ARIMA(1,1,1)	AR(1)=0.0432, MA(1)=-0.6604	5.73	760.69	769.03	0.01	0.9363
ARIMA(2,1,1)	AR(1)=0.0827, AR(2)=0.054, MA(1)=-0.7014	5.73	762.52	773.63	0.01	0.9446
SARIMA(1,1,1)(1,1,1) ₁₂	AR(1)=0.1266, MA(1)=-0.6687, SAR(1)=-0.0196, SMA(1)=-0.7696	5.64	707.73	721.09	0.01	0.8937
SARIMA(2,1,1)(1,1,1) ₁₂	AR(1)=0.1751, AR(2)=0.0751, MA(1)=-0.723, SAR(1)=-0.0251, SMA(1)=-0.7628	5.64	709.38	725.42	0.01	0.9874
อนุกรมเวลาแบบปัวซอง	Intercept= 2.606, beta_1=0.834	6.37	836.59	842.16	NA	NA
ตัวแบบ NB*	Intercept= 2.606, beta_1=0.834, sigmasq=0.0951	6.37	774.82	783.18	NA	NA

หมายเหตุ * ค่าความแปรปรวนมีค่าเท่ากับ 87.2 ซึ่งมากกว่าค่าเฉลี่ยที่มีค่าเท่ากับ 16.5

สำหรับแนวโน้มจำนวนผู้ป่วยในเด็กอายุต่ำกว่า 15 ปี ในเขตสุขภาพที่ 7 ที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 1 ระหว่างปี พ.ศ. 2558 ถึง 2567 พบว่าผู้ป่วยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่ต้นปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015) จนมาสูงที่สุดในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 (ค.ศ. 2019) ดังภาพที่ 3 เมื่อนำตัวแบบ SARIMA(1,1,1)(1,1,1)₁₂ มา

ทำการคำนวณค่าพยากรณ์ (Predicted values) ดังภาพที่ 3 พบว่าค่าพยากรณ์ที่ได้ในตัวแบบดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลจริง นอกจากนี้เมื่อใช้ตัวแบบดังกล่าวทำการพยากรณ์ล่วงหน้า 12 เดือน พบว่าจำนวนผู้ป่วยจะมีจำนวนสูงที่สุดในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2568 (15.6 คน, 95% CI: -1.3, 32.6)



ภาพที่ 3 แนวโน้มและค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 1 ในเด็กอายุต่ำกว่า 15 ปี ในเขตสุขภาพที่ 7 จากตัวแบบ SARIMA(1,1,1)(1,1,1)₁₂

อภิปรายผล

งานวิจัยนี้พบว่าในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา เขตสุขภาพที่ 7 มีอุบัติการณ์ของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 1 เท่ากับ 25.8 คนต่อจำนวนประชากรแสนคน (95% CI: 24.7, 27.0) โดยมีจำนวนผู้ป่วยสูงที่สุดในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 นอกจากนี้ยังพบว่าจังหวัดขอนแก่นมีผู้ป่วยมากเป็นอันดับที่ 1 ในเขตสุขภาพที่ 7

จากอุบัติการณ์ในการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 1 ในเขตสุขภาพที่ 7 ข้างต้นมีอุบัติการณ์ใกล้เคียงกับผลการศึกษาในประเทศที่ถูกจัดอยู่ใน

กลุ่มประเทศที่มีรายได้สูง เช่น ผลการศึกษาของ Manuwald U. และคณะ ศึกษาอัตราอุบัติการณ์ความชุก และแนวโน้มของโรคเบาหวานชนิดที่ 1 ในเด็กและวัยรุ่นอายุต่ำกว่า 15 ปีในประเทศเยอรมนี พบอุบัติการณ์เป็น 24.7 คนต่อจำนวนประชากรแสนคนในปี ค.ศ. 2019⁽²⁸⁾ และการศึกษาของ Wu R. และคณะ ศึกษาความชุกและอุบัติการณ์ของโรคเบาหวานในเด็กอายุ 0 ถึง 14 ปี ในประเทศนิวซีแลนด์ พบว่าอุบัติการณ์รายปีคิดเป็น 23.0 คนต่อจำนวนประชากรแสนคน⁽²⁹⁾ นอกจากนี้ยังพบว่า

เขตสุขภาพที่ 7 มีอุบัติการณ์สูงกว่าประเทศที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มประเทศที่มีรายได้ปานกลางระดับบน เช่นเดียวกับประเทศไทย⁽³⁰⁾ ดังผลการศึกษาของ Dündar İ. และคณะ วิเคราะห์แนวโน้มอุบัติการณ์และการเปลี่ยนแปลงอัตราอุบัติการณ์เฉลี่ยต่อปีของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 1 ในประชากรเด็กอายุต่ำกว่า 18 ปี ในประเทศตุรกี พบว่าอุบัติการณ์ของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดดังกล่าวเท่ากับ 13.1 คนต่อจำนวนประชากรแสนคน⁽³¹⁾ ซึ่งเขตสุขภาพที่ 7 มีอุบัติการณ์ใกล้เคียงกับกลุ่มประเทศที่มีรายได้สูงซึ่งอาจสะท้อนถึงระบบบริการสุขภาพที่ครอบคลุม ความสามารถในการวินิจฉัยที่แม่นยำ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงของวิถีชีวิตและปัจจัยสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับเขตเมืองในประเทศพัฒนาแล้ว

จากจำนวนผู้ป่วยของโรคดังกล่าวในเขตสุขภาพที่ 7 พบสูงที่สุดในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 นอกจากนี้ยังพบความผันแปรจากฤดูกาลในการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 1 คล้ายคลึงกับผลการศึกษาของ Nyoni T. และ Nyoni SP. ทำนายจำนวนผู้ป่วยโรคเบาหวานที่โรงพยาบาลเอกชนในประเทศซิมบับเว พบว่าจำนวนผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ได้รับการวินิจฉัยใหม่สูงสุดในเดือนสิงหาคม ค.ศ. 2012⁽³²⁾ และการศึกษาของ Fialho MDS. วิเคราะห์ข้อมูลการเข้ารับรักษาตัวในโรงพยาบาลเนื่องจากโรคเบาหวานชนิดที่ 1 และชนิดที่ 2 ในประเทศโปรตุเกส พบว่าแนวโน้มของการเข้ารับการรักษารายเดือนลดลงและมีความผันแปรตามฤดูกาล แต่กลับพบจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาเพิ่มมากขึ้นในช่วงฤดูหนาว (เดือนมกราคม กุมภาพันธ์ และมีนาคม) โดยเฉพาะในเดือนมกราคมมีจำนวนผู้ป่วยสูงที่สุด ขณะที่ในช่วงฤดูร้อนมีจำนวนผู้ป่วย

ต่ำที่สุด (เดือนกรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน)⁽³³⁾ จากความแปรผันตามฤดูกาลที่เกิดขึ้นอาจมีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางภูมิศาสตร์โดยเฉพาะตำแหน่งตามเส้นละติจูดระหว่างซีกโลกเหนือและใต้⁽³⁴⁾ ซึ่งส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของอุบัติการณ์การติดเชื้อไวรัสในช่วงที่มีอากาศเย็นซึ่งอาจกระตุ้นความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน⁽³⁵⁾ ทั้งการลดลงของรังสีอัลตราไวโอเล็ตในพื้นที่ที่อยู่ห่างจากเส้นศูนย์สูตรยังส่งผลให้ระดับวิตามินดีในร่างกายลดลงซึ่งอาจมีผลต่อการควบคุมระบบภูมิคุ้มกันด้วย^(34,35) ทางภูมิศาสตร์เหล่านี้จึงมีบทบาทสำคัญในการอธิบายลักษณะความแปรผันตามฤดูกาลของการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 1 โดยเฉพาะในกลุ่มเด็กอายุต่ำกว่า 15 ปี⁽³⁴⁾

จากผลการศึกษาที่พบจำนวนผู้ป่วยสูงที่สุดในเดือนสิงหาคม พ.ศ.2562 ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวประเทศไทยได้ดำเนินแผนยุทธศาสตร์ระดับชาติเพื่อป้องกันและควบคุมโรคไม่ติดต่อ ซึ่งรวมถึงโรคเบาหวานชนิดที่ 1⁽³⁶⁾ โดยมีแผนยุทธศาสตร์การป้องกันและควบคุมโรคไม่ติดต่อระดับชาติ 5 ปี (พ.ศ. 2560 ถึง 2564) เป็นกรอบแนวทางสำคัญ โดยแผนยุทธศาสตร์นี้มุ่งเน้นการลดภาระการป่วย การตาย และความพิการที่ป้องกันได้จากโรคไม่ติดต่อ โดยมีเป้าหมายลดการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรจากโรคไม่ติดต่อง่ายร้อยละ 20 ภายในปี พ.ศ. 2564 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2553⁽³⁷⁾ อย่างไรก็ตาม แม้แผนยุทธศาสตร์นี้จะมุ่งเน้นการป้องกันและควบคุมโรคไม่ติดต่อโดยรวม แต่อาจมีผลทางอ้อมต่อการคัดกรองและการตรวจพบโรคเบาหวานในประชากร⁽³⁸⁾

ผลการศึกษานี้ยังพบว่าผู้ป่วยส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ

Dündar İ. และคณะ ในประชากรเด็กอายุต่ำกว่า 18 ปี ในประเทศตุรกี พบว่าอุบัติการณ์สูงที่สุดในเพศหญิง⁽³¹⁾ และผลการศึกษาของ Passanisi S. และคณะ ศึกษาอุบัติการณ์ของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 1 ในประชากรเด็กอายุ 0 ถึง 14 ปี ของภูมิภาคกาลาเบรียซึ่งอยู่ทางตอนใต้ของประเทศอิตาลี พบอัตราอุบัติการณ์สูงในกลุ่มเพศหญิงที่มีอายุ 5 ถึง 9 ปี⁽³⁹⁾ ซึ่งแตกต่างจากผลการศึกษาของ Khashebi RM. และคณะ ที่ทำการศึกษาอัตราอุบัติการณ์และแนวโน้มของโรคเบาหวานชนิดที่ 1 ในเด็กแถบตะวันตก, ตอนใต้และเมืองหลวงของลิเบียในเด็กอายุ 0 ถึง 14 ปี พบว่าอุบัติการณ์สูงที่สุดในเพศชาย ในปี ค.ศ. 2017⁽⁴⁰⁾ เมื่อพิจารณาตามกลุ่มอายุพบผู้ป่วยจำนวนสูงสุดในกลุ่มอายุ 10 ถึง 14 ปี ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Raicevic M และคณะ ในผู้ป่วยอายุต่ำกว่า 15 ปี ในประเทศมอนเตเนโกร โดยพบว่าอุบัติการณ์ของการเกิดโรคดังกล่าวเพิ่มขึ้นตามกลุ่มอายุ ซึ่งพบสูงที่สุดในกลุ่มอายุ 10 ถึง 14 ปี⁽⁴¹⁾ และผลการศึกษาของ Gregory GA. และคณะ ได้ทำการประเมินอุบัติการณ์ ความชุก และอัตราการเสียชีวิตทั่วโลกของโรคเบาหวานชนิดที่ 1 ในเด็กอายุ 0 ถึง 19 ปี พบว่าอุบัติการณ์สูงที่สุดอยู่ในกลุ่มอายุ 10 ถึง 14 ปี⁽⁴²⁾ อาจเป็นผลเนื่องมาจากช่วงอายุ 10–14 ปีเป็นช่วงวัยก่อนและระหว่างเข้าสู่วัยรุ่น (peripubertal period) โดยมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและฮอร์โมน ซึ่งมีอิทธิพลต่อการกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน^(31,43) ในกลุ่มอายุ 0–14 ปี พบแนวโน้มสูงในเพศหญิง ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับความแตกต่างในการเข้าสู่วัยแรกรุ่นของแต่ละเพศ⁽³¹⁾

การศึกษานี้ใช้การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธี NB และ Box-Jenkins โดยตัวแบบ

ARIMA และ SARIMA หลังจากเปรียบเทียบแบบจำลองพยากรณ์จากวิธีการเหล่านี้พบว่าตัวแบบ SARIMA(1,1,1)(1,1,1)₁₂ เป็นตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์โรคเบาหวานชนิดที่ 1 ในเขตสุขภาพที่ 7 ประเทศไทย ซึ่งไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Sumanto YD. และคณะ ที่ทำการวิเคราะห์และคาดการณ์จำนวนผู้ป่วยโรคเบาหวานที่เข้ารับการรักษาที่คลินิกมิตราสีต (Mitra Sehat) ประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งเป็นประเทศในกลุ่มอาเซียน (ASEAN) และถูกจัดอยู่ในกลุ่มประเทศที่มีรายได้ปานกลางระดับบนเช่นเดียวกับประเทศไทย⁽³⁰⁾ พบว่า ARIMA(1,0,1) เป็นตัวแบบที่ดีที่สุด⁽⁴⁴⁾ และการศึกษาของประเทศที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มประเทศที่มีรายได้สูง⁽³⁰⁾ เช่น การศึกษาของ Fialho MDS. ในประเทศโปรตุเกส ตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 2010 ถึงธันวาคม ค.ศ. 2018 พบว่า SARIMA(1,1,2)(0,1,1)₁₂ เป็นตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาเนื่องจากมีค่า AIC ต่ำที่สุด แต่หากพิจารณาจากค่า BIC ที่ต่ำที่สุดตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดคือ SARIMA(0,1,1)(0,1,1)₁₂ ซึ่งตัวแบบ SARIMA เป็นตัวแบบที่มีความสำคัญในการวิเคราะห์อนุกรมเวลาให้ผลลัพธ์ที่ดี⁽³³⁾ รวมถึงผลการศึกษาของ Villani M. และคณะ ได้วิเคราะห์อนุกรมและทำนายจำนวนการเข้ารับการรักษาฉุกเฉินจากโรคเบาหวานที่เกิดขึ้นก่อนถึงโรงพยาบาลในประเทศออสเตรเลีย พบว่า SARIMA(0,1,0)(0,1,2)₁₂ เป็นตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด⁽⁴⁵⁾ ในการศึกษาในตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์อุบัติการณ์ของโรคเบาหวานชนิดที่ 1 มีความแตกต่างจากตัวแบบที่ใช้ในต่างประเทศ ซึ่งอาจเกิดจากความแตกต่างของลักษณะทางภูมิศาสตร์และช่วงเวลาที่ใช้ในการศึกษา ทั้งนี้ผล

จากตัวแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพยากรณ์อุบัติการณ์ของโรคเบาหวานชนิดที่ 1 ในบริบทของพื้นที่ศึกษาและช่วงเวลาที่ใช้ศึกษาเท่านั้นจึงอาจไม่สามารถนำไปใช้กับพื้นที่อื่นหรือช่วงเวลาอื่นได้โดยตรง นอกจากนี้การศึกษาครั้งนี้ได้พิจารณาเฉพาะข้อมูลจำนวนผู้ป่วยเพื่อใช้ในการสร้างตัวแบบโดยไม่ได้รวมปัจจัยอื่นๆ ที่อาจส่งผลต่อการเกิดโรค เช่น ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม พันธุกรรม หรือพฤติกรรมสุขภาพเข้ามาในการวิเคราะห์ซึ่งเป็นข้อจำกัดที่ควรได้รับการพิจารณาเพิ่มเติมในงานวิจัยในอนาคต

สำหรับค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปีพบว่าค่าพยากรณ์สูงที่สุดในเดือนสิงหาคม ปี พ.ศ. 2568 คือ 15.6 คน (95% CI: -1.3, 32.6) ซึ่งจะเห็นว่าค่า 95% CI ของค่าพยากรณ์ดังกล่าวเป็นช่วงกว้างอาจเนื่องจากตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์ได้จากการใช้ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยรายเดือนซึ่งแต่ละเดือนมีจำนวนผู้ป่วยน้อยซึ่งอาจส่งผลทำให้ 95% CI ของค่าพยากรณ์เป็นช่วงที่กว้างได้

สรุปการศึกษา

ตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์อุบัติการณ์โรคเบาหวานชนิดที่ 1 ในเด็กต่ำกว่า 15 ปี ในเขตสุขภาพที่ 7 คือ SARIMA(1,1,1)(1,1,1)₁₂ นอกจากนี้ยังพบว่าแนวโน้มของการพบโรคดังกล่าวมีความผันผวนภายหลังปี พ.ศ. 2562 และยังพบว่าจังหวัดขอนแก่นมีจำนวนผู้ป่วยสูงที่สุดในเขตสุขภาพที่ 7 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 ถึง 2567

ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาทำให้ทราบถึงอุบัติการณ์ แนวโน้ม และตัวแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์

อุบัติการณ์โรคเบาหวานชนิดที่ 1 ในเด็กต่ำกว่า 15 ปี เฉพาะในเขตสุขภาพที่ 7 ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อประกอบการพิจารณาสำหรับการบริหารทรัพยากรด้านการดูแลสุขภาพของผู้ป่วยด้วยโรคดังกล่าวได้ เนื่องจากตัวแบบที่ได้จากการศึกษาสามารถใช้พยากรณ์การเกิดอุบัติการณ์ของโรคดังกล่าวในอนาคตซึ่งทำให้สามารถคาดการณ์ความต้องการบุคลากรทางการแพทย์และทรัพยากรที่เกี่ยวข้อง เช่น อินซูลิน, เครื่องวัดน้ำตาลในเลือด, อุปกรณ์ continuous glucose monitoring เป็นต้น ได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุขเป็นอย่างสูงที่อนุญาตให้ใช้ข้อมูลสำหรับการศึกษานี้

เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization. Classification of diabetes mellitus [Internet]. 2019. [cited 2024 Jun 16]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/classification-of-diabetes-mellitus/>
2. Global Health Data Exchange. Global Burden of Disease Study 2019: GBD Results Tool [Internet]. 2021. [cited 2024 May 21]. Available from: <https://ghdx.healthdata.org/gbd-2019>
3. สมเกียรติ โพธิ์สัตย์, สถิตย์ นิรมิตมหาปัญญา, ชัยชาญ ดีโรจน์วงศ์, วีระศักดิ์ ศรีนันทกร, นภา ศิริวิวัฒนากุล, สิทธิชัย อาชายินดี และคณะ. โรคเบาหวาน (Diabetes Mellitus). ใน: ชูชนะ มะกระสาร, บรรณาธิการ. Thailand

- Medical Services Profile 2011-2014 First Edition. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข; 2557. หน้า 6-1 ถึง 6-38.
4. สมาคมต่อมไร้ท่อแห่งประเทศไทย. แนวทางเวชปฏิบัติสำหรับโรคเบาหวาน 2566 [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ศรีเมืองการพิมพ์ จำกัด; 2566 [เข้าถึงเมื่อ 13 ม.ค. 2568]. 263 หน้า. เข้าถึงได้จาก: <https://thaipedendo.org/clinical-practice-guideline-for-diabetes-2023/>
 5. Patterson C, Guariguata L, Dahlquist G, Soltész G, Ogle G, Silink M. Diabetes in the young - a global view and world wide estimates of numbers of children with type 1 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract.* 2014; 103(2):161–75.
 6. Fox DA, Islam N, Sutherland J, Reimer K, Amed S. Type 1 diabetes incidence and prevalence trends in a cohort of Canadian children and youth. *Pediatric Diabetes* 2018; 19(3):501-5.
 7. Mobasser M, Shirmohammadi M, Amiri T, Vahed N, Fard HH, Ghojaziadeh M. Prevalence and incidence of type 1 diabetes in the world: A systematic review and meta-analysis. *Health Promotion Perspectives* 2020; 10(2):98-115.
 8. Rittiphairoj T, Owais M, Ward ZJ, Reddy CL, Yeh JM, Atun R. Incidence and prevalence of type 1 diabetes and diabetic ketoacidosis in children and adolescents (0–19 years) in Thailand (2015–2020): A nationwide population-based study. *Lancet Reg Health West Pac.* 2022; 21:1-13.
 9. Panamonta O, Thamjaroen J, Panamonta M, Panamonta N, Suesirisawat C. The rising incidence of type 1 diabetes in the northeastern part of Thailand. *Journal of the Medical Association of Thailand* 2011; 94(12):1447-50.
 10. สำนักงานพัฒนาระบบข้อมูลข่าวสารสุขภาพ. สถิติสุขภาพคนไทย [อินเทอร์เน็ต]. 2563. [เข้าถึงเมื่อ 23 ม.ค. 2568]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.hiso.or.th/thaihealthstat/area/index.php?ma=1&pf=01818101&tm=2&tp=3302>
 11. Singye T, Unhapipat S. Time series analysis of diabetes patients: A case study of Jigme Dorji Wangchuk National Referral Hospital in Bhutan. *Journal of Physics: Conference Series.* 2018; (1039):1–11.
 12. Loibor JM, Kisoma MM. Modeling Diabetes Patients' Attendance at Bagamoyo District Hospital Using Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Model. *International Journal of Scientific Research* 2022; 11(6):39-42.
 13. Soh JGS, Mukhopadhyay A, Mohankumar B, Quek SC, Tai BC. Predictors of frequency of 1-year readmission in adult patients with diabetes. *Scientific Reports.* 2023; 13(1):1-10.

14. UCLA Statistical Consulting Group. Zero-inflated negative binomial regression | R data analysis examples [Internet]. 2006. [cited 2024 Jul 5]. Available from: <https://stats.oarc.ucla.edu/r/dae/zinb/>
15. ผุสดี ชูชีพ, วัฒนา ชยธวัช. การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยเบาหวานจังหวัดนครราชสีมาด้วยทฤษฎีระบบเกรย์. วารสารศูนย์อนามัยที่ 9. 2567; 18(1):143-53.
16. กระทรวงสาธารณสุข. ระบบคลังข้อมูลด้านการแพทย์และสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข [อินเทอร์เน็ต]. 2567. [เข้าถึงเมื่อ 2 ธ.ค. 2567]. เข้าถึงได้จาก: <https://hdc.moph.go.th/center/public/main>
17. R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [Internet]. 2024. [cited 2024 Aug 20]. Available from: <https://www.R-project.org>
18. Posit Team. RStudio: Integrated Development Environment for R. Posit Software, PBC, Boston, MA. [Internet]. 2025. [cited 2024 Dec 2]. Available from: <https://posit.co/downloads/>
19. สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง. ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร [อินเทอร์เน็ต]. 2568. [เข้าถึงเมื่อ 27 ม.ค. 2568]. เข้าถึงได้จาก: <https://stat.bora.dopa.go.th/StatMIS/#/ReportStat/3>
20. Humanitarian data exchange. Thailand - Subnational Administrative Boundaries - Humanitarian Data Exchange [Internet]. 2022. [cited 2024 Nov 5]. Available from: <https://data.humdata.org/dataset/cod-ab-tha>
21. พงษ์ศิริ ศิริพานิช. การพยากรณ์อนุกรมเวลาด้วยตัวแบบผสมระหว่าง ARIMA และเครือข่ายประสาทเทียม [สารนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศิลปากร; 2550. 54 หน้า.
22. กรินทร์ กาญจนานนท์. การพยากรณ์ทางสถิติ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน); 2561.
23. Dickey DA, Fuller WA. Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. Journal of the American Statistical Association 1979; 74(366):427-31.
24. National Institute of Standards and Technology. Box-Ljung Test [Internet]. 2012. [cited 2025 Jan 3]. Available from: <https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/pmc/section4/pmc4481.htm>
25. Sibeijn M, Pequeto S. A time-reversed model selection approach to time series forecasting. Sci Rep. 2022; 12(1):11-4.
26. HURVICH CM, TSAI CL. Regression and time series model selection in small samples. Biometrika. 1989; 76(2):297-307.
27. สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. พจนานุกรมศัพท์สถิติศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสภา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานราชบัณฑิตยสภา; 2561.

28. Manuwald U, Schoffer O, Kugler J, Riemenschneider H, Kapellen TM, Kiess W, et al. Trends in incidence and prevalence of type 1 diabetes between 1999 and 2019 based on the Childhood Diabetes Registry of Saxony, Germany. *PLoS One*. 2021; 16(12):1-10.
29. Wu R, Burnside M, Davies H, Jefferies C, Wheeler B, Paul R, et al. Prevalence and incidence of type 1 diabetes in children aged 0–14 years old in New Zealand in 2021. *Journal of Paediatrics and Child Health*. 2023; 59(3):519-25.
30. World Bank Group. World Bank Country and Lending Groups–World Bank Data Help Desk [Internet]. 2024. [cited 2024 Jan 16]. Available from: <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519>
31. Dündar İ, Akıncı A, Çamtosun E, Kayaş L, Çiftçi N, Özçetin E. Type 1 Diabetes Incidence Trends in a Cohort of Turkish Children and Youth. *Turkish Archives of Pediatrics* 2023; 58(5):539-45.
32. Nyoni T, Nyoni SP. Predicting Diabetes Mellitus Cases at a Private Hospital in Zimbabwe using the Box-Jenkins “Catch all” Model. *EPRA International Journal of Research & Development (IJRD)* 2020; 5(2):206-14.
33. Fialho MDS. Hospitalizations due to Diabetes in Portugal: a time series analysis [Master Thesis in Biostatistical]. Lisbon: Faculty of Sciences, University of Lisbon; 2020. 86 p.
34. Weng J, Zhou Z, Guo L, Zhu D, Ji L, Luo X, et al. Incidence of type 1 diabetes in China, 2010-13: population based study. *BMJ Journals*. 2018; 360:1-9
35. Moltchanova EV, Schreier N, Lammi N, Karvonen M. Seasonal variation of diagnosis of Type 1 diabetes mellitus in children worldwide. *Diabetic Medicine* 2009; 26(7):673–8.
36. กลุ่มติดตามและประเมินผล กองยุทธศาสตร์และแผนงาน กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. รายงานประจำปี 2562. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: สำนักพิมพ์อักษรกราฟฟิค แอนด์ดีไซน์; 2562.
37. กองโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค. รายงานผลสัมฤทธิ์แผนการป้องกันและควบคุมโรคไม่ติดต่อ 5 ปี (พ.ศ.2560 - 2564) [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [เข้าถึงเมื่อ 31 ม.ค. 2568]. เข้าถึงได้จาก: https://ddc.moph.go.th/dncd/journal_detail.php?%20%20publish=14379.
38. สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. แผนยุทธศาสตร์การป้องกันและควบคุมโรคไม่ติดต่อระดับชาติ 5 ปี (พ.ศ. 2560-2564) [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพมหานคร: บริษัท โอโมชั่น อาร์ต จำกัด. 2560. [เข้าถึงเมื่อ 14 มกราคม 2568]. 80 หน้า. เข้าถึงได้จาก: [https://ddc.moph.go.th/uploads/ckeditor2/dncd/files/แผนการป้องกันและควบคุมโรคไม่ติดต่อ%20ระดับชาติ%205%20ปี%20\(พ.ศ.%202560-2564\).pdf](https://ddc.moph.go.th/uploads/ckeditor2/dncd/files/แผนการป้องกันและควบคุมโรคไม่ติดต่อ%20ระดับชาติ%205%20ปี%20(พ.ศ.%202560-2564).pdf)
39. Passanisi S, Salzano G, Aloe M, Bombaci B, Citriniti F, De Berardinis F, et al. Increasing trend of type 1 diabetes incidence in

- the pediatric population of the Calabria region in 2019–2021. *Italian Journal of Pediatrics*. 2022; 48(66):1–8.
40. Khashebi RM, Patterson CC, Shebani MS. The Incidence Trend of Type 1 Diabetes among Children and Adolescents 0-14 Years of Age in the West, South, and Tripoli Regions of Libya (2009-2018). *JCRPE Journal of Clinical Research in Pediatric Endocrinology* 2023; 15(4):356–64.
 41. Raicevic M, Samardzic M, Soldatovic I, Curovic Popovic N, Vukovic R. Trends in nationwide incidence of pediatric type 1 diabetes in Montenegro during the last 30 years. *Front Endocrinol (Lausanne)* 2022; 13:1-7.
 42. Gregory GA, Robinson TIG, Linklater SE, Wang F, Colagiuri S, de Beaufort C, et al. Global incidence, prevalence, and mortality of type 1 diabetes in 2021 with projection to 2040: a modelling study. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2022; 10(10):741-60.
 43. Patterson CC, Gyürüs E, Rosenbauer J, Cinek O, Neu A, Schober E, et al. Trends in childhood type 1 diabetes incidence in Europe during 1989-2008: Evidence of non-uniformity over time in rates of increase. *Diabetologia* 2012; 55(8):2142-7.
 44. Sumanto YD, Hariyanto S, Andriyati A. Forecasting the Number of Patients Visits with Diabetes Mellitus Diagnosed Using ARIMA at Mitra Sehat Clinic Sukoharjo Indonesia. *International Journal of Applied Engineering Research* 2023; 18(4):256-61.
 45. Villani M, Earnest A, Nanayakkara N, Smith K, De Courten B, Zoungas S. Time series modelling to forecast prehospital EMS demand for diabetic emergencies. *BMC Health Services Research*. 2017; 17(1):1-9.