

# แบบจำลองพหุระดับพยากรณ์ความชุกอายุของผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายในประเทศไทย

ดวงกมล อมรลักษณ์ปรีชา วท.บ.\*, อานนท์ ศักดิ์วรวิชญ์ ปส.ด.\*, กฤษณพงศ์ มโนธรม ว.บ.\*\*

\*คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ แขวงคลองจั่น เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร 10240

\*\*กลุ่มงานอายุรศาสตร์โรคไต โรงพยาบาลเลิดสิน แขวงศรีเวียง เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร 10500

## Abstract: Multi-Level Model Predicting ESRD Patients' Prevalence by Age Group in Thailand

Amornluxpreecha D\*, Sakworawich A\*, Manotham K\*\*

\*Graduate School of Applied Statistics, National Institute of Development Administration, Khlong Chan, Bang Kapi, Bangkok, 10240

\*\*Department of Nephrology, Lerdsin Hospital, Sri Wiang, Bang Rak, Bangkok, 10500

(E-mail: duangkamon.amo@stu.nida.ac.th)

The ESRD prevalence in Thailand increases sharply and continuously. Forecasting the accurate numbers of patients facilitates efficient medical service plan and effective future medical treatment. The two-level hierarchical linear modeling was used to predict ESRD prevalence. Level-one predictor is patient's age group midpoint and level-two predictors are year, Diabetes Mellitus (DM) prevalence, and Hypertension (HP) prevalence. Final model is presented as follows;  $\ln(\text{prevalence}) = [-0.55 + 0.10(\text{year}) + 0.02(DM_{j-1})] + 15.13(\text{age}) - 0.08(\text{age}^2)$ . The above final model  $R^2$  is 99.58% and MAPE is 10.25%. This model can be used for ESRD population projection, efficient health service plan, as well as actuarial valuation of ESRD future cost.

**Keywords:** End-stage renal disease, Prevalence, Multilevel analysis

64

### บทคัดย่อ

ความชุกของโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายในประเทศไทยเพิ่มขึ้นมากอย่างต่อเนื่อง การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยอย่างแม่นยำช่วยให้การวางแผนและการกำหนดนโยบายการรักษาในอนาคตมีประสิทธิภาพ การสร้างแบบจำลองพหุระดับเพื่อพยากรณ์ความชุกอายุของผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายในประเทศไทย ด้วยการใช้การวิเคราะห์พหุระดับ 2 ระดับ ตัวแปรพยากรณ์ระดับที่หนึ่งคือ จุดกึ่งกลางช่วงอายุ (age) ของผู้ป่วย และตัวแปรพยากรณ์ระดับที่สองคือ ปีที่สำรวจ (year) ความชุกของโรคเบาหวาน (DM) และความชุกของโรคความดันโลหิตสูง (HP) ในปีนั้นๆ แบบจำลองที่พัฒนาเป็นดังนี้  $\ln(\text{prevalence}) = [-0.55 + 0.10(\text{year}) + 0.02(DM_{j-1})] + 15.13(\text{age}) - 0.08(\text{age}^2)$  แบบจำลองนี้มีค่า  $R^2 = 99.58\%$  และค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) เท่ากับ 10.25% แบบจำลองนี้ นอกจากสามารถนำไปฉายภาพประชากร (Population projection) วางแผนพัฒนาระบบบริการสุขภาพ (Service plan) แล้ว ยังสามารถนำไปใช้กับการประเมินทางคณิตศาสตร์ประกันภัย (Actuarial valuation) ได้อีกด้วย

**คำสำคัญ:** โรคไตเรื้อรังระยะสุดท้าย ความชุก การวิเคราะห์พหุระดับ

### บทนำ

โรคไตเรื้อรัง (Chronic Kidney Disease: CKD) เป็นภาวะที่ไตทำงานผิดปกติ และมีอัตราการกรองของไต (Glomerular Filtration Rate: GFR) ลดลงอย่างต่อเนื่อง National Kidney Foundation ได้แบ่งระยะของโรคไตเรื้อรังออกเป็น 5 ระยะ ตามอัตราการกรองของไต<sup>1</sup>

โรคไตเรื้อรังระยะที่ 5 หรือระยะสุดท้าย (End-Stage Renal Disease: ESRD) เป็นระยะที่ร่างกายสะสมสารพิษ เกลือแร่ และ

ของเหลวต่างๆ ส่งผลให้เกิด Uremic syndrome และเสียชีวิตได้ หากไม่กำจัดสารพิษออกจากร่างกายด้วยการบำบัดทดแทนไต

การบำบัดทดแทนไต (Renal Replacement Therapy: RRT) มี 3 วิธี คือ วิธีฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม (Hemodialysis: HD) วิธีล้างช่องท้องด้วยน้ำยาอย่างต่อเนื่อง (Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis: CAPD) และวิธีปลูกถ่ายไต (Kidney Transplant: KT) ผู้ป่วยที่รักษาด้วยวิธีฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมหรือวิธีล้างช่องท้องด้วยน้ำยาอย่างต่อเนื่อง ต้องล้างไต (Dialysis) ไปตลอดชีวิต ผู้ป่วยจึงอยากได้รับการปลูกถ่ายไตมากกว่า แต่ผู้บริจาคไต มีจำนวนน้อยกว่าผู้ป่วย และมีโอกาสที่ร่างกายผู้ป่วยจะปฏิเสธไตใหม่ที่ได้รับ ผู้ป่วยจึงต้องได้รับการรักษาด้วยวิธีฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม (HD) หรือวิธีล้างช่องท้องด้วยน้ำยาอย่างต่อเนื่อง (CAPD) แทน

เนื่องจากผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังนั้น การสร้างแบบจำลองเพื่อพยากรณ์ความชุกอายุ สามารถนำไปฉายภาพประชากร เพื่อพยากรณ์จำนวนผู้ป่วย การวางแผนพัฒนาระบบบริการสุขภาพ เมื่อทราบจำนวนผู้ป่วย ทำให้สามารถเตรียมความพร้อมแพทย์ พยาบาล และอุปกรณ์ทางการแพทย์เพียงพอ และการประเมินทางคณิตศาสตร์ประกันภัย ทำให้ทราบจำนวนเงินสำหรับการรักษาในอนาคต การคำนวณความชุกของโรคไตเรื้อรัง สามารถคำนวณได้ด้วยสูตรของ Modification of Diet in Renal Disease Study (MDRD) หรือ สูตรของ Cockcroft Gault

ความชุกของโรคไตเรื้อรัง เมื่อคำนวณด้วยสูตร MDRD พนักงานการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เป็นโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้าย ร้อยละ 0.2 รวมระยะที่ 3-5 เท่ากับ ร้อยละ 6.8<sup>2</sup> ส่วนความชุกของโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายของบุคลากรกองทัพอากาศไทย เท่ากับ ร้อยละ 0.06

รวมทั้งหมด 5 ระยะ เท่ากับ ร้อยละ 4.6<sup>3</sup> ในปี พ.ศ. 2547 ประเทศไทยมีความชุกของโรคไตเรื้อรัง ระยะที่ 3, 4 และ 5 เท่ากับ ร้อยละ 8.1, 0.2 และ 0.15 ตามลำดับ<sup>4</sup> และปี พ.ศ. 2552 มีความชุกของโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้าย เท่ากับ ร้อยละ 0.3 รวมทั้งหมด 5 ระยะ มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 17.5<sup>5</sup>

ความชุกของโรคไตเรื้อรัง เมื่อคำนวณด้วยสูตร Cockcroft Gault ความชุกของโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายของบุคลากรกองทัพอากาศไทย เท่ากับ ร้อยละ 0.05 รวมทั้งหมด 5 ระยะ เท่ากับ ร้อยละ 9.1<sup>3</sup>

หลังจากเริ่มนโยบาย PD First Policy ความชุกของไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่ได้รับการบำบัดทดแทนไตเพิ่มขึ้นเฉลี่ย ปีละ ร้อยละ 14.8 โดยความชุกของการล้างไตทางหน้าท้องเพิ่มขึ้นเฉลี่ย ปีละร้อยละ 107.3 ส่วนความชุกของการฟอกเลือดเพิ่มขึ้นเฉลี่ย ปีละร้อยละ 14.7<sup>6</sup>

ปัจจัยเสี่ยงของโรคไตเรื้อรัง คือ เพศ เพศหญิงมีความเสี่ยงมากกว่าเพศชาย อายุ ยิ่งอายุมากยิ่งมีความเสี่ยงมาก<sup>5</sup> ดัชนีมวลกาย (Body Mass Index: BMI) คนที่มีค่า BMI มาก มีความเสี่ยงมากกว่า<sup>3</sup> ผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน (Diabetes Mellitus: DM) ความดัน (Hypertension: HP) มีความเสี่ยงมากกว่าผู้ที่ไม่เป็น<sup>4</sup>

รายงานผลการลงทะเบียนการรักษาด้วยการบำบัดทดแทนไตของสมาคมโรคไตแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ. 2558 พบว่าผู้ป่วยรายใหม่เป็นผู้ป่วยโรคไตจากเบาหวานและโรคไตจากความดันโลหิตสูง คิดเป็นร้อยละ 40.73 และ ร้อยละ 38.83 ตามลำดับ<sup>7</sup>

ความชุกอายุของผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่รักษาด้วยวิธีฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม (HD) และวิธีล้างช่องท้องด้วยน้ำยาอย่างต่อเนื่อง (CAPD) กับอายุ มีความสัมพันธ์แบบไม่ใช้เส้นตรง (Non-linear) ความชุกเพิ่มขึ้นตามอายุ ในกลุ่มคนที่มีอายุน้อย ความชุกมีค่าต่ำ ในกลุ่มคนที่มีอายุมาก ความชุกมีค่าสูง นอกจากนี้ ความชุกยังเพิ่มขึ้นตามปีอีกด้วย เส้นกราฟในแต่ละปีกระโดดขึ้นอย่างชัดเจนดังแสดงในรูปภาพที่ 1 งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างแบบจำลองพยากรณ์ความชุกอายุของผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายในประเทศไทย

## วัตถุประสงค์

การวิเคราะห์พหุระดับ (Multilevel analysis) เหมาะกับข้อมูลที่มีลักษณะเป็นลำดับขั้นหรือเป็นกลุ่มซึ่งแต่ละกลุ่มอยู่ในระดับที่แตกต่างกัน เช่น การศึกษาประสิทธิภาพของโรงเรียน แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ระดับคือ ระดับนักเรียน และระดับโรงเรียน โดยที่นักเรียนอยู่ภายใต้โรงเรียน<sup>8</sup>

ในกรณีของข้อมูลความชุกของโรคไตนั้น ระดับที่หนึ่งเป็นความชุกของโรคไตในปีปฏิทินเดียวกัน จำแนกตามช่วงอายุ และระดับที่สองเป็นปีปฏิทินที่สำรวจความชุกของโรคไต

โดยสามารถเขียนสมการของแบบจำลองพหุระดับได้ดังนี้

$$\text{ระดับที่หนึ่ง} \quad Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{1ij} + \dots + \beta_{pj}X_{pij} + \varepsilon_{ij}$$

$$\text{ระดับที่สอง} \quad \beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}W_{1j} + \dots + \gamma_{0k}W_{kj} + \mu_{0j}$$

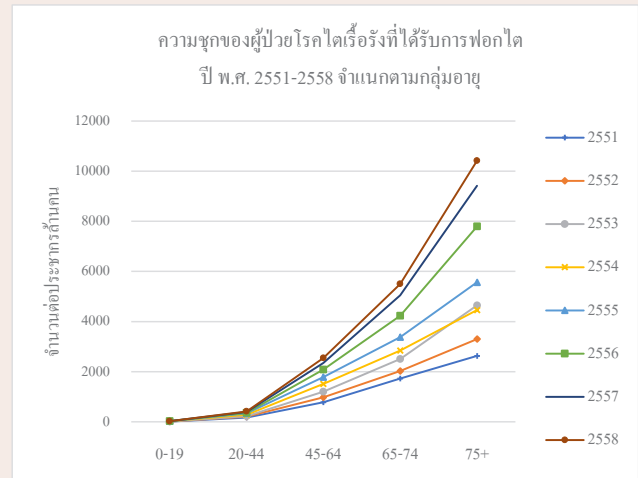
$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11}W_{1j} + \dots + \gamma_{1k}W_{kj} + \mu_{1j}$$

...

$$\beta_{pj} = \gamma_{p0} + \gamma_{p1}W_{1j} + \dots + \gamma_{pk}W_{kj} + \mu_{pj}$$

โดยที่  $Y_{ij}$  เป็นความชุกของโรคไตในช่วงอายุ  $i$  ในปีที่สำรวจความชุก  $j$ ,  $X_{pij}$  เป็นตัวแปรพยากรณ์ระดับที่หนึ่งตัวที่  $p$  ของช่วงอายุ  $i$  ในปีที่สำรวจความชุก  $j$ ,  $\beta_{pj}$  เป็นค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรระดับที่หนึ่งตัวที่  $p=0,1,\dots,p$  ในปีที่สำรวจความชุก  $j$ ,  $\varepsilon_{ij}$  เป็นความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ระดับที่หนึ่งของช่วงอายุ  $i$  และปีที่สำรวจ  $j$

ในการวิเคราะห์พหุระดับที่จุดตัดแกน  $y$  และ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยจะเป็นผลกระทบสุ่ม โดยที่  $\gamma_{p0}$  เป็นจุดตัดแกนในระดับที่สองของสัมประสิทธิ์การถดถอยตัวแปรพยากรณ์ในระดับที่หนึ่ง  $p=0,1,\dots,p$  และ  $\gamma_{pk}$  เป็นค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยระดับที่สองของตัวแปรพยากรณ์ระดับที่สอง  $W_{kj}$  โดยที่  $k=1,\dots,k$  ในปีที่สำรวจ  $j$  และ  $\mu_{pj}$  เป็นความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ระดับที่สองของสัมประสิทธิ์การถดถอยระดับที่หนึ่งตัวแปรที่  $p$  ของปีที่สำรวจ  $j$  การสร้างแบบจำลองพยากรณ์ความชุกอายุของโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้าย โดยใช้การวิเคราะห์พหุระดับ 2 ระดับ ด้วยโปรแกรม HLM<sup>9</sup>



ภาพที่ 1 ความชุกของโรคไตเรื้อรังที่ได้รับการฟอกไต ปี พ.ศ. 2551-2558 จำแนกตามกลุ่มอายุ<sup>7,10</sup>

ความชุกของโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายจำแนกรายอายุ ใช้ข้อมูลย้อนหลัง 8 ปี (ปี พ.ศ. 2551-2558) จากรายงานผลการลงทะเบียนการรักษาด้วยการบำบัดทดแทนไตของสมาคมโรคไตแห่งประเทศไทย มีหน่วยเป็นรายต่อประชากรล้านคน แล้วแปลงข้อมูลโดยใช้ลอการิทึมธรรมชาติ เพื่อให้ค่าพยากรณ์ที่ได้มีค่ามากกว่าศูนย์ ตัวแปรพยากรณ์ระดับที่หนึ่ง คือ ค่ากึ่งกลาง ของช่วงอายุในแต่ละกลุ่ม เป็นตัวแทนของช่วงอายุนั้นๆ (หารด้วย 100 ไม่ให้เกิดปัญหาหน่วยของตัวแปรพยากรณ์แต่ละตัวแปรแตกต่างกันเกินไป) แบ่งออกเป็น 5 ช่วง ช่วงอายุ 0-19 ปี, ช่วงอายุ 20-44 ปี, ช่วงอายุ 45-64 ปี, ช่วงอายุ 65-74 ปี และช่วงอายุ 75 ปีขึ้นไป ตัวแปรพยากรณ์ระดับที่สองคือ ปีที่สำรวจ ความชุกของโรคเบาหวานและความชุกของโรคความดันโลหิตสูงในปีที่สำรวจนั้นๆ ปีที่ต้องการพยากรณ์ กำหนดให้ ปี พ.ศ. 2551 แทนด้วย 1, ปี พ.ศ. 2552 แทนด้วย 2, ปี พ.ศ. 2553 แทนด้วย 3 เป็นต้น ความชุกของโรคเบาหวานและโรคความดันโลหิตสูงในแต่ละปีมีหน่วยเป็นรายต่อประชากรหมื่นคน ใช้ข้อมูลอัตราผู้ป่วยในย้อนหลัง 8 ปี (ปี พ.ศ. 2550-2557) เช่นเดียวกับความชุกของโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้าย จากสำนักงานโรคไม่ติดต่อกระทรวงสาธารณสุข และมีการกำหนดความล่าช้า ของการเป็นโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้าย เท่ากับ 1 ปี ในความเป็นจริง ผู้ป่วยจะเป็นโรคเบาหวานหรือความดันโลหิตสูงมาระยะหนึ่งก่อน แล้วเป็นโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้าย แต่ด้วยข้อจำกัดเรื่องข้อมูล จึงไม่สามารถทำเช่นนั้นได้

## wa

แบบจำลองพยากรณ์ความชุกอายุของผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายด้วยการวิเคราะห์พหุระดับ 2 ระดับ พบว่า เมื่อสร้างแบบจำลอง

โดยใช้ฟังก์ชันกำลังสอง (Quadratic functions) ได้ผลดีกว่าฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential function) โดยการพิจารณาค่า R<sup>2</sup> ได้แบบจำลองขั้นสุดท้ายดังสมการข้างล่างนี้

$$\ln(\text{prevalence}_{ij}) = \beta_{0j} + \beta_{1j}(\text{age}_{ij}) + \beta_{2j}(\text{age}_{ij}^2) + \varepsilon_{ij}$$

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(\text{year}_j) + \gamma_{02}(\text{DM}_{j-1}) + \mu_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10}$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20}$$

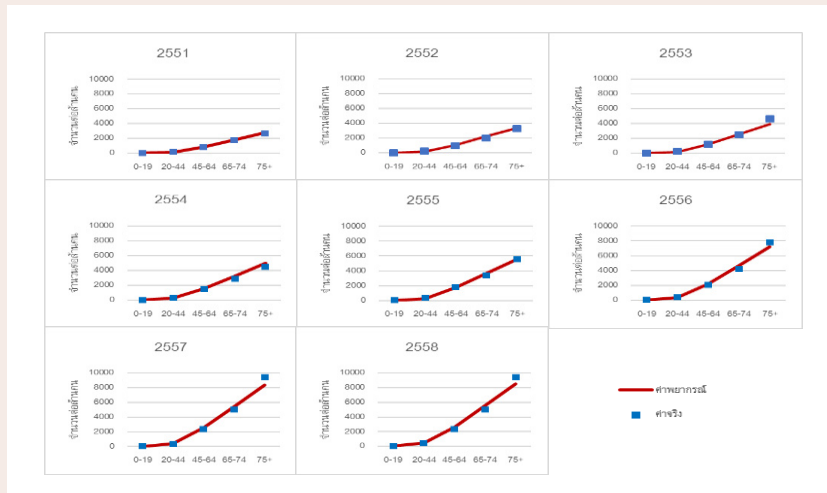
ตัวแปรพยากรณ์ระดับที่หนึ่ง มีอายุและอายุยกกำลังสอง ตัวแปรพยากรณ์ระดับที่สอง มีปีและความชุกของโรคเบาหวานย้อนหลังหนึ่งปี (DM<sub>j-1</sub>) มีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะในการพยากรณ์ค่า  $\beta_0$  ส่วนการพยากรณ์ค่า  $\beta_1$  และ  $\beta_2$  ใช้เพียงค่าคงที่  $\gamma$  เท่านั้น ค่าสัมประสิทธิ์ของปีที่พยากรณ์อายุ และความชุกของโรคเบาหวานย้อนหลังหนึ่งปีมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความชุกของโรคไต แต่เนื่องจากความชุกของโรคไตในแบบจำลองอยู่ในรูปของ log และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมาก age<sup>2</sup> ในแบบจำลองที่มีค่าสัมประสิทธิ์ที่ติดลบช่วยให้ความชันของแบบจำลองตามช่วงอายุไม่ชันมากจนเกินไปและทำให้แบบจำลองมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลดีมากขึ้น (ตารางที่ 1) ซึ่งเป็นการรวมสมการระดับที่หนึ่งและสองเข้าไว้ด้วยกัน

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์อิทธิพลของแบบจำลองพยากรณ์ความชุกของโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้าย

Fixed effect	Coefficient	SE	t-ratio	df	p-value
intercept	-0.55	0.22	-2.54	5	0.051
year	0.10	0.01	10.84	5	0.000
DM <sub>j-1</sub>	0.17	0.03	6.15	5	0.000
age	15.13	0.28	54.66	35	0.000
age <sup>2</sup>	-0.08	0.00	-34.91	35	0.000

แบบจำลองที่ได้มีค่า R<sup>2</sup> เท่ากับ 99.58% ค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) เท่ากับร้อยละ 10.25 เมื่อนำแบบจำลองไปพยากรณ์ความชุกรายอายุ

ในปี พ.ศ. 2551-2558 สามารถพยากรณ์ความชุกได้ใกล้เคียงค่าจริงมาก ยกเว้นความชุกของกลุ่มอายุ 75 ปีขึ้นไป ในปี พ.ศ. 2553, 2556, 2557, และ 2558 ที่ค่าพยากรณ์ต่ำกว่าค่าจริงเล็กน้อย (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ความชุกของโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้าย

### วิจารณ์

จากแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น สัมประสิทธิ์การถดถอยของปีที่สำรวจ (year), จุดกึ่งกลางช่วงอายุ (age) และความชุกของโรคเบาหวาน (DM<sub>j-1</sub>) มีค่าเป็นบวก เพราะเมื่อตัวแปรปีเพิ่มขึ้น ความชุกของโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายก็เพิ่มขึ้นตามอย่างมาก สามารถดูได้จากรูปภาพที่ 1 ในปี พ.ศ. 2558 มีความชุกของโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายสูงกว่าปี พ.ศ. 2557 เช่นเดียวกัน ในปี พ.ศ. 2557 ก็มีความชุกของโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายสูงกว่าปี พ.ศ. 2556 คนที่อายุน้อยมีความชุกของโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายน้อยกว่าคนที่อายุมาก ในช่วงอายุ 0-19 มีความชุกของโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายต่ำที่สุด แล้วความชุกค่อยๆ เพิ่มขึ้นตามช่วงอายุ และช่วงอายุ 75 ปีขึ้นไป มีความชุกของโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายสูงสุด

เนื่องจากโรคเบาหวานเป็นสาเหตุสำคัญสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคไตเรื้อรัง ดังนั้น ถ้าความชุกของโรคเบาหวานเพิ่มขึ้น น่าจะทำให้ความชุกของโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายเพิ่มขึ้นตาม แต่หากสามารถควบคุมความชุกของโรคเบาหวานได้ ความชุกของโรคไตเรื้อรังก็จะลดลง

ส่วนความชุกของโรคความดันโลหิตสูง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงไม่นำเข้าในสมการ เนื่องจากปัญหาการร่วมเชิงเส้นพหุ (Multicollinearity) ระหว่างความชุกของโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูงที่มีความสัมพันธ์กันเองสูงมาก

## สรุป

การสร้างแบบจำลองพหุระดับเพื่อพยากรณ์ความชุกอายุของผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายในประเทศไทย ด้วยการวิเคราะห์พหุระดับ 2 ระดับ ตัวแปรพยากรณ์ระดับที่หนึ่ง คือ จุดกึ่งกลางช่วงอายุ (age) ของ

$$\ln(\text{prevalence}) = [-0.55 + 0.10(\text{year}) + 0.02(DM_{j-1})] + 15.13(\text{age}) - 0.08(\text{age}^2)$$

โดยที่ prevalence แทน ความชุกของโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้าย (รายต่อประชากรล้านคน, pmp), year แทน ปีที่ต้องการพยากรณ์  $DM_{j-1}$  แทน ความชุกของโรคเบาหวานในปีก่อนหน้า (รายต่อประชากรหมื่นคน) และ age แทน ค่ากึ่งกลางในแต่ละช่วงอายุหารด้วย 100

แบบจำลองที่ได้ มีค่า  $R^2$  เท่ากับ 99.58% และค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) เท่ากับ 10.25%

## ข้อเสนอแนะ

แบบจำลองพหุระดับสำหรับการพยากรณ์ความชุกของโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้าย เป็นประโยชน์สำหรับการวางแผนและกำหนดแนวทางปฏิบัติในเรื่องต่อไปนี้

หากนำแบบจำลองที่พัฒนาได้มาฉายภาพประชากร ทำให้ทราบจำนวนผู้ป่วย และเมื่อทราบจำนวนผู้ป่วยแล้ว สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการวางแผนพัฒนาระบบสุขภาพ บริหารกำลังคน แพทย์ พยาบาล บุคลากรทางการแพทย์ จำนวนเตียง การจัดซื้อยาและเวชภัณฑ์ต่างๆ ให้เพียงพอและมีประสิทธิภาพ หลังจากนั้น สามารถคำนวณภาระทางการเงินต่างๆ ได้ด้วยประเมินทางคณิตศาสตร์ประกันภัย เพื่อเป็นแนวทางการจัดสรรงบประมาณสำหรับผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายในอนาคต

การควบคุมความชุกของโรคไตเรื้อรังนั้น นอกจากควบคุมความชุกของโรคเบาหวานแล้ว ควรควบคุมความชุกของโรคความดันโลหิตสูงด้วย เพราะทั้ง 2 โรคนี้เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดโรคไตเรื้อรัง แม้ว่าในแบบจำลองนั้นความชุกของโรคความดันโลหิตสูงจะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อันอาจจะเกิดจากปัญหาการร่วมเชิงเส้นพหุ (Multicollinearity) ระหว่างความชุกของโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูงที่มีความสัมพันธ์กันเองสูงมาก จึงไม่ได้นำเข้าในสมการทำนาย

การที่ slope ตามอายุในแบบจำลองเพิ่มขึ้นทุกๆ ปี เช่นนี้เป็นสิ่งที่น่ากังวลอย่างยิ่ง แต่ความชันที่เพิ่มขึ้นตามปีนี้อาจจะเกิดจากการเข้าถึงการวินิจฉัยและการรักษาที่ดีขึ้นก็ได้ดังนั้นควรมีการเก็บข้อมูลความชุกของโรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง และโรคไตเรื้อรังต่อไป และควรปรับปรุงแบบจำลองทุกปี เพื่อให้แบบจำลองสามารถพยากรณ์ได้แม่นยำยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับวางแผนพัฒนาระบบบริการสุขภาพ

ในช่วงแรกความชุกของโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องจากผู้ป่วยสามารถเข้าถึงการรักษาได้ดีมากขึ้น ในอนาคตเมื่อมีการปรับปรุงแบบจำลองแล้วหวังว่าความชุกของโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายน่าจะไม่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเช่นนี้

ผู้ป่วย และตัวแปรพยากรณ์ระดับที่สอง คือ ปีที่สำรวจ (year) ความชุกของโรคเบาหวาน (DM) และความชุกของโรคความดันโลหิตสูง (HP) ในปีนั้นๆ ได้แบบจำลองดังนี้

โดยทั่วไป ผู้ป่วยโรคเบาหวานและผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง จะใช้เวลาหลายปีกว่าจะเป็นโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้าย ดังนั้น ควรกำหนดให้ lag term ของความชุกของโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูงย้อนหลังไปมากกว่านี้ เช่น 10 ปี หรือ 20 ปี เมื่อมีข้อมูลย้อนหลังเพียงพอในอนาคต

## References

1. Joanne MB, Karl S. CHRONIC KIDNEY DISEASE. In: J. Larry J, Joseph L, editors. Harrison's Nephrology and Acid-Base Disorders. 2nd ed. McGraw-Hill Education; 2013. p. 123–40.
2. Domrongkitchaiporn S, Sritara P, Kitiyakara C, Stitchantrakul W, Kritaphol V, Lolekha P, et al. Risk Factors for Development of Decreased Kidney Function in a Southeast Asian Population: A 12-Year Cohort Study. J Am Soc Nephrol 2005;16:791–9.
3. Chittinandana A, Chailimpamontree W, Chaloeiphap P. Prevalence of chronic kidney disease in Thai adult population. J Med Assoc Thai 2006;89:112–20.
4. Ong-Ajyooth L, Vareesangthip K, Khonputsa P, Aekplakorn W. Prevalence of chronic kidney disease in Thai adults: national health survey. BMC Nephrol 2009;10:35.
5. Ingsathit A, Thakkinstian A, Chaiprasert A, Sangthawan P, Gojaseni P, Kiattisunthorn K, et al. Prevalence and risk factors of chronic kidney disease in the Thai adult population: Thai SEEK study. Nephrol Dial Transplant 2010;25:1567–75.
6. Praditpornsilpa K, Lekhyananda S, Premasathian N, Kingwatanakul P, Lumpaopong A, Gojaseni P, et al. Prevalence trend of renal replacement therapy in Thailand: impact of health economics policy. J Med Assoc Thai 2011;94:S1–6.
7. Chuasuwan A, Chualumpaopong A. Thailand Renal Replacement Therapy 2015; 2015.
8. Goldstein H. Multilevel Statistical Models. 4<sup>th</sup> ed. West Sussex: A John Wiley and Sons; 2011.
9. Raudenbush SW, Bryk AS. Hierarchical linear models: Applications and data analysis methods. 2nd ed. Newbury Park: Sage; 2002.
10. Chuasuwan A, Praditpornsilpa K. Thailand Renal Replacement Therapy 2014; 2014.