

## การทำนายสัดส่วนผู้ป่วยจำแนกตามจำนวนกลุ่มโรคโดยวิธีลูกโซ่มาร์คอฟ

### Predicting the patients' proportions classified by number of groups of diseases using the Markov chain

วัฒนา ชยธวัช<sup>1</sup> ทับทิม ย้อยสนิท<sup>2</sup> วรณเพ็ญ โชติกุล<sup>2</sup> สุวรรณ เพ็ชรรุ่ง<sup>2</sup>

Vadhana Jayathavaj<sup>1</sup>, Thabthim Yoysanit<sup>2</sup>, Wannaphen Chotikul<sup>2</sup>, Suwan Petchroong<sup>2</sup>

Received: 4 February 2019 ; Revised: 30 July 2019 ; Accepted: 20 August 2019

#### บทคัดย่อ

สัดส่วนผู้ป่วยที่จำแนกตามจำนวนโรคที่ผู้ป่วยมาใช้บริการโรงพยาบาลในรอบ 1 ปีนั้นสามารถสะท้อนประสิทธิภาพบริการของโรงพยาบาลชุมชน หากสัดส่วนผู้ป่วยที่มีจำนวนโรคจำนวนมากลดลงเมื่อเทียบกับสัดส่วนของปีที่ผ่านมา ผู้ป่วยแต่ละคนมีการเปลี่ยนสถานะจากจำนวนโรคหนึ่งในปีหนึ่งไปยังอีกจำนวนโรคหนึ่งในอีกปีต่อเนื่องกัน ซึ่งจากฐานข้อมูลผู้ป่วยสามารถประยุกต์ใช้ลูกโซ่มาร์คอฟทำนายสัดส่วนผู้ป่วยตามจำนวนโรคในอนาคตได้ การศึกษานี้ใช้กลุ่มโรคแทนรายชื่อโรคเพื่อให้ตารางสถิติมีขนาดเหมาะสมในการนำเสนอ เมื่อใช้วิธีลูกโซ่มาร์คอฟกับข้อมูลผู้ป่วยที่เข้ารับบริการโรงพยาบาลชุมชนแห่งหนึ่งที่มีประมาณ 3,900 คนต่อปี หากกำหนดให้โรงพยาบาลแห่งนี้มีการดำเนินการยังคงเป็นเช่นปี พ.ศ. 2559 และ 2560 ที่ผ่านมา (สะท้อนออกมาในรูปของการเปลี่ยนสถานะของจำนวนกลุ่มโรคจากปี 2559 ถึง 2560) แล้ว ใน 5 ปีข้างหน้า คือ พ.ศ. 2561-2565 จะมีสัดส่วนผู้ป่วยที่มีจำนวนกลุ่มโรคน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 กลุ่มโรคจะเพิ่มขึ้นจาก 0.714 เป็น 0.764, 0.783, 0.792, 0.795, และ 0.796 ตามลำดับ เพิ่มขึ้นปีต่อปีที่ร้อยละ 7.0, 2.5, 1.1, 0.4, และ 0.1 ตามลำดับ และในปีที่ 6 พ.ศ. 2566 สัดส่วนผู้ป่วยที่มีจำนวนกลุ่มโรคน้อยกว่าสองกลุ่มโรคจะคงตัวที่ 0.798 ขณะที่สัดส่วนผู้ป่วยที่มีจำนวนกลุ่มโรคมกกว่าหนึ่งกลุ่มโรคลดลงที่ 0.202 ดังนั้นหากโรงพยาบาลมีเป้าหมายประสงค์ที่จะลดสัดส่วนผู้ป่วยที่มีจำนวนกลุ่มโรคมกกว่าหนึ่งกลุ่มโรคลง ก็ต้องทำการศึกษารายละเอียดข้อมูลผู้ป่วยเพื่อนำแผนบริการที่เหมาะสมมาใช้ต่อไป

**คำสำคัญ:** การพยากรณ์ จำนวนกลุ่มโรคของผู้ป่วย ลูกโซ่มาร์คอฟ อนุกรมเวลาหลายกลุ่มรายการ

#### Abstract

The patients' profile classified by the number of diseases per patient can be reflected by the services level of a hospital, if the proportions by patients' with higher number of diseases are reduced from the previous year. Each patient can changed the number of diseases from one number to the other number in the consecutive years. This study used the number of groups of diseases (NGD) instead of number of diseases to present appropriate size of statistical tables. The patients' record from the hospital data base can be processed NGD and the proportion by NGD and the transition from one NGD to another NGD found. Applying the Markov chain to a district hospital of about 3,900 patients per annum, if their operations were the same in 2016 and 2017 (reflected by the transition from 2016 to 2017); then for the next 5 years (2018-2022), the group of less than two diseases will be increased from 0.714 to 0.764, 0.783, 0.792, 0.795, and 0.796, respectively, or year on year percentage increase at 7.0, 2.5, 1.1, 0.4, and 0.1,

<sup>1</sup> หลักสูตรการแพทย์แผนไทยบัณฑิต คณะสาธารณสุขศาสตร์และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยปทุมธานี

<sup>2</sup> โรงพยาบาลบ้านนา สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนครนายก

<sup>1</sup> Thai Traditional Medicine Curriculum, College of Public Health and Environmental, Pathumthani University

<sup>2</sup> Banna Hospital, Nakhonnayok Provincial Public Health Office

\* Corresponding author: Vadhana Jayathavaj , Thai Traditional Medicine Curriculum, College of Public Health and Environmental, Pathumthani University, E-mail: vadhana.j@ptu.ac.th

respectively. In the 6<sup>th</sup> year (2023), the proportion by number of groups of diseases will progress to steady state; the group of less than two diseases will be at 0.798 while the group of more than one disease will be at 0.202. If the hospital aims to reduce the proportion of the group of more than one disease, then detailed study is needed to implement a suitable service plan.

**Keywords:** predicting, number of groups of diseases, Markov chain, categorical time series

## บทนำ

ในการศึกษาโรคร่วม (comorbidity) แมรี ชาร์ลสัน และเพื่อนร่วมงานได้พัฒนาตราชี้การประเมินภาวะโรคร่วม (Charlson Comorbidity Index, CCI) ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1987 โดยการถ่วงน้ำหนักเงื่อนไขโรคร่วมที่กำหนดจำนวนหนึ่งเพื่อทำนายความเสี่ยงในการเสียชีวิตของผู้ป่วยภายใน 1 ปีของการรักษา<sup>1</sup> ได้มีการใช้ CCI ในการศึกษาภาวะโรคร่วมกับผู้ป่วยกระดูกสะโพกหักภายหลังผ่าตัด<sup>2</sup> การตอบสนองต่อการอักเสบของผู้ป่วยติดเชื้อทางเดินหายใจ<sup>3</sup> โรคร่วมเป็นตัวแปรหนึ่งในการศึกษาคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุที่มีโรคเรื้อรัง<sup>4</sup>

สำหรับรายงานการศึกษาจำนวนโรคโดยรวมของผู้ป่วยแต่ละรายที่มาพบแพทย์ในรอบ 1 ปี (number of disease episodes per patient per year) และจำนวนครั้งที่พบแพทย์ (the number of contacts per disease episode) พบว่ามีอยู่สูงสำหรับผู้ป่วยที่อยู่ในกลุ่มทางสังคมต่ำ<sup>5</sup> อย่างไรก็ตาม การศึกษารูปแบบจำนวนโรคโดยรวมของผู้ป่วยแต่ละรายที่มาพบแพทย์ในรอบ 1 ปี ก็สามารถให้สะท้อนการให้บริการของโรงพยาบาลได้

จากการรวบรวมข้อมูลผู้ป่วยที่มารับบริการที่โรงพยาบาลชุมชนแห่งหนึ่ง ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2558 ถึง 20 ตุลาคม 2560 มีผู้ป่วยมาพบแพทย์ จำนวนทั้งสิ้น 5,199 คน รายการบันทึกผู้ป่วย 61,745 รายการ เป็นผู้ป่วยรหัสโรคตาม ICD-10 ที่แตกต่างกันถึง 1,250 รหัสโรค แสดงว่ามีที่มาโรงพยาบาลซ้ำ ๆ และแต่ละคนก็มีหลายโรค รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1

การศึกษาข้อมูลผู้ป่วยในแต่ละปี ผู้ป่วยคนหนึ่งมาโรงพยาบาลด้วยโรคร่วมกันเป็นจำนวนกี่โรค ซึ่งโรคจากข้อมูลรายการผู้ป่วยที่บันทึกไว้ สามารถนำมาจำแนกผู้ป่วยแต่ละรายว่ามาพบแพทย์เมื่อใด ด้วยโรคอะไรตามที่แพทย์ระบุด้วยรหัส ICD-10 และสามารถจำแนกผู้ป่วยแต่ละคนว่ามาโรงพยาบาลด้วยจำนวนโรคที่ไม่ซ้ำกันว่ามีกี่โรคในแต่ละปี ซึ่งการแจกแจงการเปลี่ยนแปลงเพิ่มหรือลดลงของจำนวนโรคของผู้ป่วยแต่ละคนว่าในปีก่อนหน้ามีจำนวนกี่โรคและปีนี้มีจำนวนกี่โรค ซึ่งจำนวนโรครวมต่อคนต่อปีมีค่าเป็น 0,1,2,3,... โรคต่อปี กรณีของปี พ.ศ. 2558 ไปยังปี พ.ศ. 2559 ซึ่งมีรูปแบบของผู้ป่วย

จำนวนโรครวมต่อคนต่อปีที่ไปโรงพยาบาล สามารถนำมาทำนายเปรียบเทียบกับข้อมูล 10 เดือนปี พ.ศ. 2560 (ถึงเพียงวันที่ 20 ตุลาคม) และถ้าสภาพการบริการยังคงเป็นไปอย่างไรเดิมจะมีรูปแบบสัดส่วนของจำนวนโรคต่อคนต่อปีเป็นอย่างไรในอนาคต การศึกษานี้กำหนดรูปแบบโรคของผู้ป่วยเป็นจำนวนกลุ่มโรครวมต่อคนต่อปีที่ผู้ป่วยมาโรงพยาบาล การใช้จำนวนกลุ่มโรคแทนจำนวนโรค เนื่องจากใช้พื้นที่ตารางขนาดเล็กสามารถนำเสนอได้สะดวก ผลของการศึกษาสามารถนำวิธีการไปประยุกต์กับการประมาณการเปลี่ยนสถานะของผู้ป่วย<sup>6</sup>

## วิธีการศึกษา

นอกจากการใช้สถิติเชิงพรรณนาได้แก่ การแจกแจงความถี่ (frequency distribution) การคำนวณสัดส่วน (proportion/probability) ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้ว การใช้สถิติเชิงอนุมานประมาณการสัดส่วนตามรูปแบบจำนวนกลุ่มโรคของผู้ป่วยต่อคนต่อปีในอนาคต ซึ่งเป็นการทำนายสัดส่วนเชิงอนุกรมเวลาของหลาย ๆ กลุ่มหรือ หลาย ๆ รายการพร้อมกันได้ (categorical time series forecasting) ในประเทศไทย พบมีการนำวิธีการลูกโซ่มาร์คอฟ (Markov chain) มาใช้ในการประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์วิเคราะห์ต้นทุนหรือประโยชน์เปรียบเทียบระหว่างการฟอกเลือดกับการล้างไตทางช่องท้องอย่างต่อเนื่องในผู้ป่วยไตวายระยะสุดท้าย<sup>6</sup>

ลูกโซ่มาร์คอฟ เป็นกระบวนการสโตแคสติก (a stochastic process) ใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของสรรพสิ่งบนโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะไปตามเวลา ผู้ที่นำเสนอวิธีการนี้คือ Andrei Markov (1856–1922) ในปี ค.ศ. 1907<sup>7-10</sup> ลูกโซ่มาร์คอฟสามารถนำมาใช้ในการประมาณรูปแบบการรับบริการของผู้ป่วยซึ่งกำหนดสถานะ (state) ของผู้ป่วยจากจำนวนโรคที่มาพบแพทย์ในรอบ 1 ปี ว่ามีสัดส่วน (ความน่าจะเป็น) ในแต่ละสถานะอย่างไรในอนาคต โดยมีทฤษฎีดังนี้

**Table 1** Number of patients and number of visits per patients in 2015-2017 (10 months)

Year	Number of patients	Number of visits per patient			
		Minimum	Maximum	Average	Standard deviation
2015	3,907	1	117	5.94	7.70
2016	3,951	1	155	6.02	7.93
2017 (10 months)	3,307	1	109	4.46	5.55
Whole period	5,199	1	355	11.88	16.95

สำหรับลูกโซ่มาร์คอฟที่มีจำนวนสถานะจำนวน  $n$  สถานะ ซึ่ง  $n$  เป็นเลขจำนวนเต็มบวกที่มากกว่าศูนย์ และ  $n \geq 2$  แล้ว ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนสถานะคือสมาชิกของเมตริกซ์ขนาด  $n \times n$  (แถว  $\times$  คอลัมน์ของเมตริกซ์) สำหรับเมตริกซ์  $M$  เป็นเมตริกซ์ของการเปลี่ยนสถานะ (transition matrix) เมื่อ  $m_{ij}$  เป็นสมาชิกแถวที่  $i$  คอลัมน์ที่  $j$  คือ ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนสถานะ  $s_i$  เป็นสถานะ  $s_j$  เมื่อ  $i, j = 1, 2, \dots, n$  กระบวนการมีการเปลี่ยนสถานะจากสถานะหนึ่งไปยังอีกสถานะหนึ่ง (รวมถึงสถานะเดิมก็ได้) เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นในกระบวนการ  $M$  ถูกเรียกว่าเป็นเมตริกซ์ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนสถานะ สำหรับ  $i$  ใดๆ  $m_{i1} + m_{i2} + \dots + m_{in} = 1$  เมื่อ  $i = 1, 2, \dots, n$ .

ในการศึกษานี้  $s_i$  เมื่อ  $i, j = 1, 2, \dots, n$  คือสถานะที่กำหนดโดยรูปแบบโรคตามจำนวนกลุ่มโรค มีค่าเป็น  $0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots$

เมตริกซ์แถว  $P_k = [p_1^{(k)} \ p_2^{(k)} \ \dots \ p_n^{(k)}]$  เป็นเวกเตอร์ความน่าจะเป็นของวงจรการเปลี่ยนแปลง ความน่าจะเป็น  $p_i^{(k)}$  คือ ความน่าจะเป็นของกระบวนการสถานะที่  $i$  ในขั้นตอนที่  $k$  สำหรับ  $i = 1, 2, \dots, n$  และ  $k = 1, 2, \dots$  และ  $p_1^{(k)} + p_2^{(k)} + \dots + p_n^{(k)} = 1$  การพยากรณ์เหตุการณ์ไปข้างหน้าทีที่ขั้นตอนที่  $k+1$  (หรือช่วงเวลาที  $k+1$ ) ความน่าจะเป็นของสถานะในเวลา  $k+1$  คือ  $P_{k+1} = P_k M$  และ  $P_{k+1} = P_0 M^k$  สำหรับทุกค่าของ  $k$ .

$$P_{k+1} = [p_1^{(k+1)} \ p_2^{(k+1)} \ \dots \ p_n^{(k+1)}]$$

$$= P_k M$$

$$= [p_1^{(k)} \ p_2^{(k)} \ \dots \ p_n^{(k)}] \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} & \dots & m_{1n} \\ m_{21} & m_{22} & \dots & m_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ m_{n1} & m_{n2} & \dots & m_{nn} \end{pmatrix}$$

การคูณเมตริกซ์สามารถใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในรูปตารางประมวลผลได้โดยง่าย ผลของการคูณเมตริกซ์สำหรับค่าสถานะของ  $p_i^{(k+1)}$  ก็คือผลรวมของสัดส่วนเดิมของสถานะ  $q$  ที่เปลี่ยนแปลงมาสู่สถานะ  $i$  ด้วยอัตราการเปลี่ยนแปลง  $m_{qi}$  เมื่อ  $q = 1, 2, \dots, n$ . ลูกโซ่มาร์คอฟจะเรียกว่าเป็น "ลูกโซ่เออร์โกดิก" (Ergodic chain) ถ้ามีความเป็นไปได้เมื่อขั้นตอนดำเนินไปเรื่อย ๆ ในระยะยาวไม่สิ้นสุดแล้ว ลูกโซ่เออร์โกดิกมีแนวโน้มเข้าสู่สถานะสมดุล ซึ่งความน่าจะเป็นของสถานะเวกเตอร์  $P_k$  มีค่าคงที่  $P = [p_1 \ p_2 \ \dots \ p_n]$  ซึ่งจะถูกเรียกว่าถึงเวกเตอร์ที่ตัดจำกัดของวงจรที่ดำเนินไป ที่สถานะสมดุลจะมี  $P = PM$  และ  $p_1 + p_2 + \dots + p_n = 1$  ทำให้สามารถใช้คุณสมบัติของลูกโซ่เออร์โกดิกในการพยากรณ์สถานะของปรากฏการณ์ในอนาคตระยะยาวได้ การใช้เมตริกซ์ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนสถานะ  $M$  ซึ่งเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนเป็นตัวคูณกับสถานะไปเรื่อยๆ นี้ เมตริกซ์ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนสถานะ  $M$  จึงเป็นตัวสะท้อนการดำเนินงานว่าถ้ามีการดำเนินงานอย่างเดิมก็จะส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงเช่นเดิม อันเป็นหลักการที่สำคัญของลูกโซ่มาร์คอฟ

ลำดับขั้นตอนการประมวลผลข้อมูลผู้ป่วย ดังแสดงใน Figure 1 มีดังนี้

1. จำแนกรายการผู้ป่วยจากฐานข้อมูล โดยแต่ละรายการข้อมูลประกอบไปด้วยสดมภ์ รหัสผู้ป่วย เพศ อายุ วันที่มาโรงพยาบาล และ รหัสโรคตาม ICD-10

2. สร้างรายการข้อมูลผู้ป่วยประกอบด้วยสดมภ์ รหัสผู้ป่วย เพศ อายุ ปีที่มาโรงพยาบาล และ จำนวนรหัสโรคตาม ICD-10 ที่ไม่ซ้ำกัน กำหนดรหัสโรคตาม ICD-10 ตามกลุ่มโรค

3. ทำการแจกแจงรายการข้อมูลผู้ป่วยโดยจำแนกตามสถานะตามจำนวนกลุ่มโรคในปีก่อนหน้ากับสถานะตามจำนวนกลุ่มโรคในปีนั้น (การทำ cross tabulation) เมื่อแปลงเป็นสัดส่วนแล้วก็จะเป็นเมตริกซ์ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนสถานะตามจำนวนโรคของปีที่ก่อนหน้า ( $k-1$ ) กับปีนั้น ( $k$ ) คือ  $M_{(k-1) \rightarrow k}$  และ สถานะตามจำนวนโรคในปีก่อนหน้า ( $P_{k-1}$ ) กับสถานะตามจำนวนโรคในปีนั้น ( $P_k$ )

4. นำสถานะตามจำนวนโรคในปีเริ่มต้น ( $P_0$ ) คูณกับเมตริกซ์ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนสถานะ ( $M$ ) จำนวน  $k$  ครั้ง ก็จะได้สถานะตามจำนวนโรคในปีที่  $k+1$  ตามสมการ  $P_{k+1} = P_0 M^k$

### การรับรองจริยธรรม

การใช้ข้อมูลผู้ป่วยของโรงพยาบาลเพื่อการวิเคราะห์ทางสถิติได้มีหนังสืออนุญาตจากผู้บริหารของโรงพยาบาลชุมชน และได้รับการอนุมัติในการพิจารณาโครงการวิจัยแบบเร่งรัด โดยคณะกรรมการพิจารณาการศึกษาวิจัยในคนด้านการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก กระทรวงสาธารณสุข รหัสโครงการวิจัยที่ 08-2560 วันที่พิจารณาอนุมัติ 2 ต.ค. 2560 ถึง 2 ต.ค. 2561

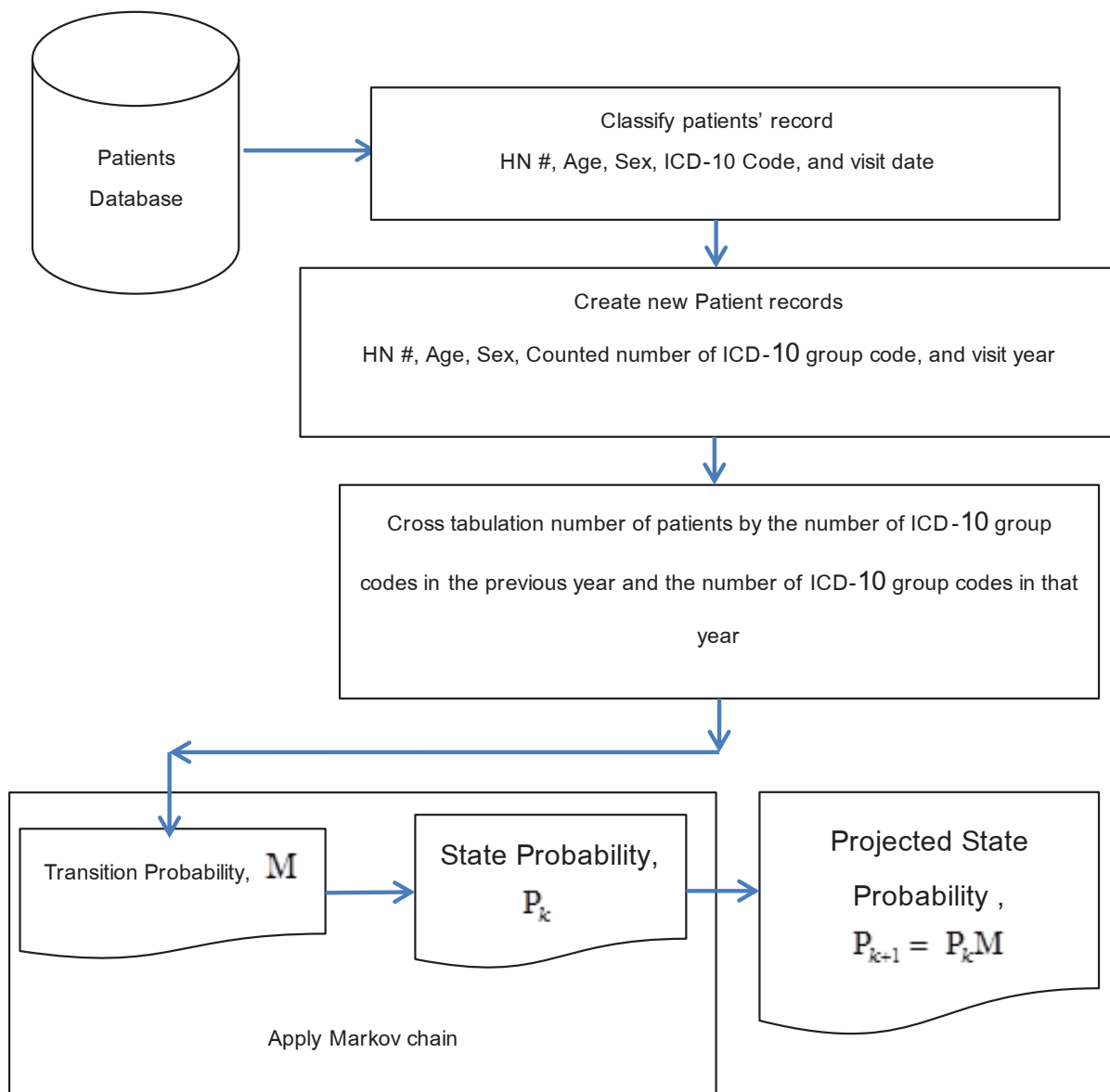
### ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การจัดรูปแบบการรับบริการของผู้ป่วยที่มารับบริการตามจำนวนรหัสโรค ICD-10 ทำให้เกิดสถานะจำนวนมาก จึงจัดรูปแบบการรับบริการของผู้ป่วยตามจำนวนกลุ่มรหัสโรค ICD-10 3 หลักแทน เนื่องจากรหัสโรค ICD-10 ที่มีอาการโรคคล้ายคลึงกันจะมีการจัดอยู่ในกลุ่มรหัสโรค ICD-10 เดียวกัน ทำให้เกิดสถานะตามจำนวนกลุ่มรหัสโรค คือ 0,1,2,...,11 จำนวนรหัสโรค และได้รวมจำนวนกลุ่มรหัสโรคที่มากกว่า 5 เข้าด้วยกัน เนื่องจากสถานะจำนวนกลุ่มโรค 6,7,...,11 มีจำนวนผู้ป่วยน้อย จึงมีสถานะตามจำนวนรหัสกลุ่มโรค 3 หลักเป็น 0,1,2,3,4,5,>5

กำหนดให้  $P_{2015}, P_{2016}, P_{2017}, \dots$  คือ ความน่าจะเป็นของสถานะในปี พ.ศ. 2558, 2559, 2560, ... (ค.ศ. 2015, 2016, 2017, ...)

$M_{2015 \rightarrow 2016}$  คือ ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนสถานะจากปี พ.ศ. 2558->2559 (ค.ศ. 2015->2016)

การแจกแจงความถี่ผู้ป่วยตามจำนวนกลุ่มโรค ICD-10 สำหรับปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015) และ ปี พ.ศ. 2559 (ค.ศ. 2016) ดังแสดงใน Table 2 และ สำหรับปี พ.ศ. 2559 2560 (10 เดือน) (ค.ศ. 2016 2017 (10 เดือน)) ดังแสดงใน Table 3 และได้คำนวณความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงสถานะของปี พ.ศ. 2558->2559 และ พ.ศ. 2559->2560 ดังแสดงในตารางที่ 4 และ 5 ( $M_{2015 \rightarrow 2016}$  และ  $M_{2016 \rightarrow 2017}$ ) ตามลำดับ



**Figure 1** Processing Steps

**Table 2** Number of patients classified by number of ICD-10 groups in 2015 and 2016

2015 Number of ICD-10 groups per patient	2016 Number of ICD-10 groups per patient							Total
	0	1	2	3	4	5	>5	
0	362	656	182	59	27	4	2	1,292
1	597	728	336	123	40	18	9	1,851
2	187	279	246	118	62	23	9	924
3	73	113	134	111	52	33	27	543
4	18	46	65	67	62	42	19	319
5	4	10	24	43	31	25	20	157
>5	7	5	6	8	21	21	45	113
Total	1,248	1,837	993	529	295	166	131	5,199

**Table 3** Number of patients classified by number ICD-10 groups in 2016 and 2017 (10 months)

2016 Number of diseases per patient	2017 (10 months) Number of diseases per patient							Total
	0	1	2	3	4	5	>5	
0	669	433	109	31	6		-	1,248
1	784	721	232	69	25	6	-	1,837
2	275	376	184	101	35	19	3	993
3	94	171	125	75	37	17	10	529
4	48	80	72	34	37	14	10	295
5	14	21	45	33	20	18	15	166
>5	8	18	16	19	20	25	25	131
Total	1,892	1,820	783	362	180	99	63	5,199

**Table 4** Transition matrix from 2015 to 2016 ( $M_{2015 \rightarrow 2016}$ )

2015	2016							Total	$P_{2015}$
	0	1	2	3	4	5	>5		
0	0.280	0.508	0.141	0.046	0.021	0.003	0.002	1.000	0.249
1	0.323	0.393	0.182	0.066	0.022	0.010	0.005	1.000	0.356
2	0.202	0.302	0.266	0.128	0.067	0.025	0.010	1.000	0.178
3	0.134	0.208	0.247	0.204	0.096	0.061	0.050	1.000	0.104
4	0.056	0.144	0.204	0.210	0.194	0.132	0.060	1.000	0.061
5	0.025	0.064	0.153	0.274	0.197	0.159	0.127	1.000	0.030
>5	0.062	0.044	0.053	0.071	0.186	0.186	0.398	1.000	0.022
$P_{2016}$	0.240	0.353	0.191	0.102	0.057	0.032	0.025	1.000	1.000

**Table 5** Transition matrix from 2016 to 2017 (10 months) ( $M_{2016 \rightarrow 2017}$ )

2016	2017 (10 months)							Total	$P_{2016}$
	0	1	2	3	4	5	>5		
0	0.536	0.347	0.087	0.025	0.005	0.000	0.000	1.000	0.240
1	0.427	0.392	0.126	0.038	0.014	0.003	0.000	1.000	0.353
2	0.277	0.379	0.185	0.102	0.035	0.019	0.003	1.000	0.191
3	0.178	0.323	0.236	0.142	0.070	0.032	0.019	1.000	0.102
4	0.163	0.271	0.244	0.115	0.125	0.047	0.034	1.000	0.057
5	0.084	0.127	0.271	0.199	0.120	0.108	0.090	1.000	0.032
>5	0.061	0.137	0.122	0.145	0.153	0.191	0.191	1.000	0.025
$P_{2017}$	0.364	0.350	0.151	0.070	0.035	0.019	0.012	1.000	0.000

**Table 6** Projected state probabilities for 2017 to 2021 using 2015 as the based year

Stage by number of ICD-10 Groups									
Step	year	0	1	2	3	4	5	>5	Total
0	$P_{2015}$	0.249	0.356	0.178	0.104	0.061	0.030	0.022	1.000
	$P_{2015} \times M_{2015 \rightarrow 2016}$								
1	2016 estimate	0.240	0.353	0.191	0.102	0.057	0.032	0.025	1.000
2	2017	0.239	0.351	0.192	0.102	0.057	0.032	0.026	1.000
3	2018	0.238	0.350	0.192	0.102	0.058	0.033	0.027	1.000
4	2019	0.238	0.350	0.192	0.103	0.058	0.033	0.027	1.000
5	2020	0.238	0.349	0.192	0.103	0.058	0.033	0.028	1.000
6	2021	0.238	0.349	0.192	0.103	0.058	0.033	0.028	1.000

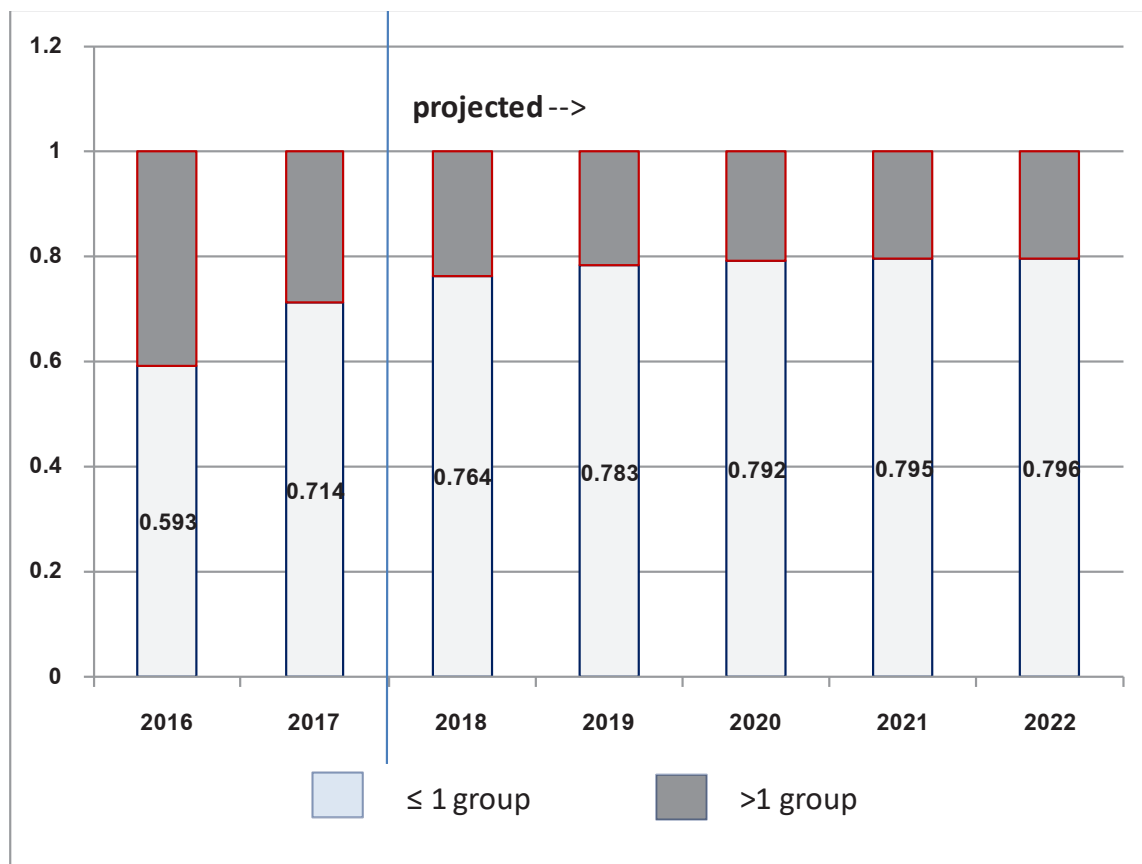
**Table 7** Projected state probabilities for 2017 to 2021 using 2015 as the based year

Stage by number of ICD-10 Groups					Change +/-	
Step	year	$\leq 1$	$> 1$	Total	$\leq 1$	$> 1$
0	$P_{2015}$	0.605	0.395	1.000	-	-
	$P_{2015} \times M_{2015 \rightarrow 2016}$					
1	2016 estimate	0.593	0.407	1.000	-0.012	+0.012
2	2017	0.590	0.410	1.000	-0.003	+0.003
3	2018	0.588	0.412	1.000	-0.002	+0.002
4	2019	0.588	0.412	1.000	0	0
5	2020	0.587	0.413	1.000	-0.001	+0.001
6	2021	0.587	0.413	1.000	0	0.000



**Table 8** Projected state probabilities for 2018 to 2024 using 2016 as the based year

Stage by number of ICD-10 Groups									
Step	year	0	1	2	3	4	5	>5	Total
0	$P_{2016}$	0.240	0.353	0.191	0.102	0.057	0.032	0.025	1.000
$P_{2016} \times M_{2016 \rightarrow 2017}$									
1	2017	0.364	0.350	0.151	0.070	0.035	0.019	0.012	1.000
	estimate								
2	2018	0.407	0.357	0.135	0.057	0.025	0.012	0.007	1.000
3	2019	0.423	0.360	0.129	0.052	0.021	0.009	0.005	1.000
4	2020	0.430	0.362	0.127	0.050	0.020	0.008	0.004	1.000
5	2021	0.433	0.362	0.126	0.049	0.019	0.008	0.003	1.000
6	2022	0.434	0.362	0.126	0.048	0.019	0.008	0.003	1.000
7	2023	0.435	0.363	0.125	0.048	0.019	0.007	0.003	1.000
8	2024	0.435	0.363	0.125	0.048	0.019	0.007	0.003	1.000



**Figure 2** Proportions of Patients' by the number of groups of diseases during 2016 – 2022

## สรุปผลการศึกษา

นิยามของเมตริกซ์ของการเปลี่ยนสถานะ (transition matrix) คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากการดำเนินการ การใช้เมตริกซ์ของการเปลี่ยนสถานะเดิม ๆ ก็จะหมายถึงวิธีการดำเนินงานในการให้บริการไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ดังนั้น การคำนวณสถานะของปีต่อ ๆ ไป เรื่อย ๆ ก็หมายถึงวิธีการให้บริการทางการแพทย์แบบเดิม ๆ ของโรงพยาบาลจะส่งผลต่อสัดส่วนตามจำนวนกลุ่มโรคอย่างไรในอนาคตเท่านั้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงไม่ลงไปวิเคราะห์รายละเอียดของการให้บริการของโรงพยาบาลแต่อย่างใด

ถ้าเชื่อว่ารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของสถานะของปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015) ไปยังปี พ.ศ. 2559 (ค.ศ. 2016) จะดำเนินต่อไปเหมือนเดิม เพราะไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยการให้บริการใด ๆ ตามแนวคิดของวิธีลูกโซ่มาร์คอฟแล้ว ก็สามารถประมาณการสถานะเดิมปีของปี พ.ศ. 2560 (ค.ศ. 2017) ได้ตามความเชื่อดังกล่าวได้โดยใช้สถานะของปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015) กับความน่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะของปี ค.ศ. 2015->2016 ประมาณการอนาคตต่อ ๆ ไปได้ พบว่า สัดส่วนของผู้ป่วยที่มีจำนวนกลุ่มโรคน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 กลุ่มโรค มีสัดส่วนในปี พ.ศ. 2558 และ 2559 เท่ากับ 0.605 และ 0.593 กล่าวคือ ลดลง 0.012 สำหรับประมาณการปี พ.ศ. 2560 ถึง 2564 เป็น 0.590, 0.588, 0.588, 0.587, และ 0.587 ตามลำดับ ซึ่งลดลง 0.003, 0.002, 0.000, 0.001, และ 0.000 ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่าในอนาคตจะมีสัดส่วนจำนวนกลุ่มโรคน้อยกว่าหนึ่งโรคเพิ่มมากขึ้น รายละเอียดของสัดส่วนในแต่ละสถานะในแต่ละปีแสดงใน Table 6 ส่วนการสรุปสัดส่วนกลุ่มโรคที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 กลุ่มโรค (0 หรือ 1) กับมากกว่าหนึ่งกลุ่มโรค (2 3 4 5 และมากกว่า 5) แสดงใน Table 7

แต่ถ้ามีการดำเนินการของโรงพยาบาลที่แตกต่างไปจากเดิมแล้วสถานะของปี พ.ศ. 2560 (ค.ศ. 2017) ที่ได้จากข้อมูล 10 เดือนเชื่อว่าจะเป็นสถานะใหม่และจะดำเนินต่อไป การประมาณการอนาคตก็จะใช้สถานะของปี พ.ศ. 2559 (ค.ศ. 2016) กับความน่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะของปี พ.ศ. 2559 (ค.ศ. 2016) ไปยังปี พ.ศ. 2560 (ค.ศ. 2017) ประมาณการอนาคต พบว่า สัดส่วนผู้ป่วยที่มีจำนวนกลุ่มโรคน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 กลุ่มโรค เป็นดังนี้ พ.ศ. 2559 และ 2560 (10 เดือน) คือ 0.593 และ 0.714 ตามลำดับ เพิ่มขึ้น 0.121 การประมาณการสัดส่วนผู้ป่วยที่มีจำนวนกลุ่มโรคน้อยกว่าหรือ

เท่ากับ 1 กลุ่มโรคในปี พ.ศ. 2561 2562 2563 และ 2564 คือ 0.764 0.783 0.792 0.795 และ 0.976 เพิ่มขึ้น 0.050 0.019 0.009 0.003 และ 0.001 ตามลำดับ รายละเอียดดังแสดงใน Table 8 และ Figure 2 ซึ่งการดำเนินงานในปี 2559 ไปยัง 2560 (10 เดือน) นี้ ทำให้สัดส่วนของผู้ป่วยที่มีกลุ่มโรคน้อยกว่าหนึ่งกลุ่มโรคลดลง สังเกตได้จากกราฟแท่งใน Figure 2

เมื่อใช้รูปแบบการเปลี่ยนแปลงของสถานะของปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015) ไปยังปี พ.ศ. 2559 (ค.ศ. 2016) ประมาณการปี พ.ศ. 2560 ถึง 2564 สัดส่วนของผู้ป่วยที่มีจำนวนกลุ่มโรคน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 สองกลุ่มโรค เป็น 0.590, 0.588, 0.588, 0.587, และ 0.587 ตามลำดับ แต่เมื่อใช้ความน่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะของปี พ.ศ. 2559 (ค.ศ. 2016) ไปยังปี พ.ศ. 2560 (ค.ศ. 2017) สัดส่วนของผู้ป่วยที่มีจำนวนกลุ่มโรคน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 กลุ่มโรค เป็น 0.714, 0.764, 0.783, 0.792, และ 0.795 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกัน ย่อมมีผลมาจากการดำเนินการที่แตกต่างกัน ผู้บริหารสามารถตัดสินใจจัดการการดำเนินงานให้สอดคล้องกับเป้าประสงค์ต่อไป

การศึกษานี้เป็นเพียงการสะท้อนภาพการดำเนินงานเท่านั้น ไม่ใช่เป็นการศึกษาโรคร่วม แต่อย่างใดเป็นการแสดงการนำข้อมูลผู้ป่วยที่มีมาประมวลผลและวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธีการลูกโซ่มาร์คอฟ จากข้อมูลที่ได้รับอนุญาตให้ทำการศึกษา เพื่อเป็นตัวอย่างสำหรับการพยากรณ์อนุกรมเวลาของกลุ่มรายการหลายรายการหรือสถานะต่าง ๆ หลายสถานะพร้อมกัน ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานทางการแพทย์และการสาธารณสุขได้ ได้แก่ การทำนายสถานะพยาธิสภาพของการดำเนินโรค การทำนายกลุ่มอาการโรคภาวะผิดปกติทางเมตาบอลิซึม (metabolic syndrome) หรือโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (noncommunicable diseases) จากจำนวนปัจจัยที่กำหนด ซึ่งสถานะของโรคสามารถกำหนดตามระดับค่าที่วัดได้ของปัจจัยที่กำหนด เป็นต้น วิธีการพยากรณ์ด้วยลูกโซ่มาร์คอฟสามารถทำนายเป็นกลุ่มรายการหลายรายการพร้อมกัน ซึ่งแตกต่างไปจากเทคนิคอนุกรมเวลาเชิงสถิติแบบอื่น ๆ ที่ทำนายเพียงทีละตัวแปร เช่น การพยากรณ์อนุกรมเวลาโดยวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลหรือวิธีบอซซ์เจนส์กินส์ เป็นต้น

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้บริหารและหัวหน้างานโรงพยาบาล  
บ้านนา จังหวัดนครนายก ที่สนับสนุนการวิจัยนี้

## เอกสารอ้างอิง

1. National Institutes of Health NIH, National Cancer Institute NCI. Comorbidity Index Overview History of the NCI Comorbidity Index updated 14 Mar 2017. Available from <https://healthcaresdelivery.cancer.gov/seermedicare/considerations/comorbidity.html> Accessed December 28, 2016.
2. Klaewklong S, Chanruangvanich W, Danaidutsadeekul S, Riansuwan K. Relation of Comorbidity, Grip Strength and Stress to Hip Fracture Patients' Post-Operative Functional Recovery. Thai Journal of Nursing Council. 2014; 29(2);36-48. (in Thai).
3. Srivisai T, Pinyopasakul W, Charoenkitkarn V. Relationships between Age, Body Mass Index, Comorbidity, and Systemic Inflammatory Response Syndrome in Patients with Respiratory Infection at an Emergency Unit. Ramathibodi Nursing Journal . 2015; 21(2);186-98. (in Thai).
4. Vannachart M, Nuntamongkolchai S, Mhunsawaeng-trupaya C, Tachaboonsermsak P. Quality of life of Chronic Elderly in Ubon Ratchathani Province. Journal of Health Science. 2014; 23(5); 794-803. (in Thai).
5. Bjerregaard P, Bjerregaard B. 1985. Disease Pattern in Upernavik in Relation to Housing Conditions and Social Group. Meddelelser om Grønland, Man & Society . 1985; 8;1-18
6. Teerawattayanont Y. (2006). Costs of effectiveness and utility of renal replacement therapy. Journal of Nephrology Society of Thailand. 12(2) spp1: 50-57. (in Thai).
7. Gagniuc P. Markov chains: from theory to implementation and experimentation. New Jersey: John Wiley & Sons. 2017.
8. Ibe OC. Markov processes for stochastic modelling. Burlington: Elsevier Academic Press. 2009.
9. Lindsey JK. Statistical analysis of stochastic processes in time. Cambridge: Cambridge University Press. 2004.
10. Voskoglou MGr. Applications of finite Markov chain models to management. American Journal of Computational and Applied Mathematics. 2016; 6(1):7-13.