

การพัฒนาตัวแบบการตัดสินใจโดยใช้กฎในการจัดสรรโลหิตเพื่อเพิ่ม
อรรถประโยชน์ของโลหิต

The Development of Rule-based Decision Making Models for Blood Allocation to Enhance Utilization

วิชัย บุญญานุสัทธิ^{1*} และพงษ์ชัย จิตตะมัย²

Wijai Boonyanusith^{1*} and Phongchai Jittamai²

Received: July 26, 2018; Revised: October 8, 2018; Accepted: October 10, 2018

บทคัดย่อ

การจัดสรรโลหิตมีความซับซ้อน เนื่องจากศูนย์บริการโลหิตต้องกระจายโลหิตให้กับโรงพยาบาลตามประเภทของโลหิต หมู่โลหิต และจำนวนที่ต้องการ โดยคำนึงถึงตัวชี้วัดด้านการขาดแคลนโลหิตและการหมดอายุของโลหิต ดังนั้น การศึกษาถึงปัจจัยด้านการจัดการคลังโลหิตที่ส่งผลกระทบต่อตัวชี้วัดดังกล่าวจึงควรมานำวิเคราะห์ในการจัดสรรโลหิตด้านจำนวนและอายุที่เหมาะสมยิ่งขึ้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาวิธีการจัดสรรโลหิตโดยใช้วิธีการพัฒนาตัวแบบการตัดสินใจโดยใช้กฎซึ่งผนวกปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการคลังโลหิตจำนวน 4 ตัวแบบ คือ (1) ความต้องการโลหิต (2) ระดับโลหิตคงคลัง (3) ระยะเวลาการจองโลหิต และ (4) ระดับขีดความสามารถของโรงพยาบาล ยิ่งไปกว่านั้น การทดสอบตัวแบบการจัดสรรโลหิตเพื่อประเมินการลดอัตราการขาดแคลนโลหิตและการหมดอายุของโลหิตด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์และเปรียบเทียบผลลัพธ์กับตัวแบบระบบจัดสรรโลหิตปัจจุบันในระยะเวลา 12 เดือนพบว่า ตัวแบบที่ (1) มีผลการลดอัตราการขาดแคลนโลหิตในระบบสูงสุดเท่ากับร้อยละ 14.39 รองลงมาคือตัวแบบที่ (4) (2) และ (3) ด้วยค่าร้อยละ 9.41 8.76 และ 8.05 ตามลำดับ ในขณะที่ตัวแบบที่สามารถลดอัตราการหมดอายุของโลหิตเรียงลำดับจากสูงไปต่ำ

¹ สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา

¹ Institute of Social Technology, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima

² สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา

² Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima

* Corresponding Author Email Address: boonyanusith@gmail.com

คือ ตัวแบบที่ (4) (3) (1) และ (2) ด้วยค่าร้อยละเท่ากับ 27.89 20.95 17.33 และ 13.26 ตามลำดับ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงปัจจัยในการจัดสรรโลหิตที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการขาดแคลนและการหมดอายุของโลหิต ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงวิธีการจัดสรรโลหิตในระบบงานในปัจจุบันให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้นได้ในอนาคต

คำสำคัญ : การจัดสรรโลหิต; ตัวแบบการตัดสินใจโดยใช้กฎ; การจำลองสถานการณ์; การขาดแคลนโลหิต; การหมดอายุของโลหิต

Abstract

Blood allocation is a complex task. It has to deal with managing blood products, groups, units, and their shelf lives in order to allocate the requested units from Blood Center to hospitals in the network to reduce blood shortage and blood outdated levels. Hence, it is the aim of this study to explore blood allocation policy that helps reducing shortage and outdated rates, using Rule-based decision method. Four blood allocation models are proposed in this study, which are (1) Demand-based, (2) Stock level-based, (3) Crossmatched release period-based, and (4) Hospital performance level-based. Moreover, the evaluation of was done by using simulation method to measure the blood shortage and blood outdated rates in the system. The results of all models are compared based on 12-month data. The shortage rate results indicated that the Demand-based allocation model yielded the highest rate with 14.39 %, followed by model (4), (2), and (3), with 9.41 %, 8.76 %, and 8.05 %, respectively. The outdated rate results showed that Hospital performance level-based model was ranked in the highest rate with 27.89 %, followed by model (3), (1), and (2), with 20.95 %, 17.33 %, and 13.26 %, respectively. The contribution of this study is to illustrate the factors in managing the blood inventory which affect the occurrence of the blood shortage and blood outdated units. Blood service organizations can apply the blood allocation models in their work in order to enhance the allocation procedure more effectively.

Keywords: Blood Allocation; Rule-Based Decision Model; Simulation; Blood Shortage; Blood Outdated

บทนำ

การจัดสรรโลหิตเป็นกระบวนการที่มีความซับซ้อน เนื่องจากศูนย์บริการโลหิตต้องกระจายโลหิตให้กับโรงพยาบาลตามประเภทของโลหิต หมู่โลหิต และจำนวนที่ต้องการ บนพื้นฐานของการจัดการคลังโลหิต เพื่อให้แน่ใจว่ามีโลหิตที่เพียงพอต่อความต้องการในโรงพยาบาลและต้องป้องกันการหมดอายุของโลหิต

ที่อาจจะเกิดขึ้นได้พร้อมกัน [1] การที่โรงพยาบาลมีโรคติดต่อไม่เพียงพอดต่อการใช้ในการรักษาอาจจะนำไปสู่การเสียชีวิตของผู้ป่วย ในทางเดียวกัน การหมดอายุของโรคติดต่อไม่ควรเกิดขึ้นเพราะโรคติดต่อเป็นทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดและเป็นต้นทุนทางสังคมประเภทหนึ่ง [2] ยิ่งไปกว่านั้น การจัดสรรโรคติดตียังต้องคำนึงถึงระดับการใช้โรคติดต่อในการรักษา ซึ่งต้องพิจารณาถึงจำนวนและอายุของโรคติดต่อที่เหมาะสมในการจัดสรรอีกด้วย ในขณะที่การจัดสรรโรคติดต่อส่วนใหญ่่มักจะใช้วิธีเข้าก่อนออกก่อน (First In First Out) เพื่อป้องกันการหมดอายุของโรคติดต่อที่มีโอกาสเกิดขึ้น [3] ซึ่งเป็นมุมมองจากด้านศูนย์บริการโรคติดต่อเพียงฝ่ายเดียวเท่านั้น อย่างไรก็ตาม การใช้โรคติดต่อในการรักษาผู้ป่วยในโรงพยาบาลนั้นมีความแตกต่างกันไปตามหมู่โรคติดต่อ จำนวน อายุ ตลอดจนรูปแบบในการใช้โรคติดต่อในการรักษาผู้ป่วยแต่ละประเภท อีกทั้งยังมีปัจจัยในธนาคารเลือดของโรงพยาบาลที่ส่งผลกระทบต่อการจัดสรรโรคติดต่อทางด้านจำนวนและอายุอีกด้วย เช่น ความต้องการโรคติดต่อ ระดับโรคติดตียคงคลัง และระยะเวลาการจ้องโรคติดต่อ เป็นต้น ดังนั้น การศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการจัดสรรโรคติดต่อและการหมดอายุของโรคติดต่อในระบบจึงควรได้รับการวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจร่วมกับประสบการณ์ของบุคลากรในการจัดสรรโรคติดต่อให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

การศึกษาในการจัดสรรโรคติดต่อทางด้านการวิจัยดำเนินงานโดยส่วนใหญ่เป็นการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์และตัวแบบทางการวิเคราะห์ที่ค่อนข้างซับซ้อน เช่น การศึกษาของ Prastacos, G. P., and Brodheim, E. ที่สร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) เพื่อศึกษานโยบายในการจัดสรรโรคติดต่อ โดยประเมินอัตราการขาดแคลนโรคติดต่อ และอัตราการหมดอายุของโรคติดต่อ [4] และการศึกษาโดย Sapountzis, C. ในการสร้างตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming Model) สำหรับการจัดสรรทรัพยากรโรคติดต่อที่เหมาะสม โดยแสดงให้เห็นถึงการลดอัตราการหมดอายุของโรคติดต่อในระบบได้ [5] โดยได้ขยายงานวิจัยดังกล่าวต่อในการพัฒนาวิธีการจัดสรรโรคติดตียด้วยวิธีการกำหนดพลวัตเชิงสุ่ม (Stochastic Dynamic Programming) และลดรูปสู่โปรแกรมเชิงเส้น ซึ่งได้ผนวกปัจจัยในการจัดการคลังโรคติดต่อเข้าไปในวิธีการจัดสรรด้วย [6] ตลอดจนการศึกษาของ Qin, Y. ในการพัฒนาตัวแบบการกระจายโรคติดต่อโดยใช้วิธีการตัดสินใจแบบมาร์คอฟ (Markov Decision Model) โดยศึกษาถึงนโยบายการเรียกคืนโรคติดต่อที่ใกล้หมดอายุกลับคืนเพื่อจัดสรรให้กับโรงพยาบาลแห่งอื่น และประเมินจำนวนโรคติดต่อที่หมดอายุในระบบ [7] เป็นต้น

ตัวแบบการจัดสรรโรคติดต่อในงานวิจัยดังกล่าวมีความซับซ้อนในการนำไปประยุกต์ใช้กับบริบทจริง ซึ่งไม่ได้สะท้อนถึงการจัดสรรโรคติดต่อที่จำเป็นต้องใช้ความเชี่ยวชาญของบุคลากรในการตัดสินใจ ตลอดจนตัวแบบการจัดสรรโรคติดต่อในงานวิจัยดังกล่าวเป็นการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization Model) ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นคำตอบที่ดีที่สุดในช่วงเวลาหนึ่ง แต่ในความเป็นจริงแล้วสถานการณ์ของการจัดการโรคติดตียมีความแปรผันตามความต้องการโรคติดต่อที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้และการจัดหาโรคติดต่อที่ไม่แน่นอน [8] ยิ่งไปกว่านั้น ตัวแบบในงานวิจัยดังกล่าวมีขอบเขตการศึกษาเพียงแคการจัดสรรโรคติดตียระหว่างการหยิบใช้โรคติดตียแบบ First In First Out และ Last In First Out ซึ่งโรงพยาบาลจะได้รับโรคติดต่อที่มีอายุเท่ากันทุกโรงพยาบาล โดยไม่ได้พิจารณาถึงช่วงอายุของโรคติดต่อที่เหมาะสมกับโรงพยาบาลแต่ละแห่ง อย่างไรก็ตาม การจัดสรรโรคติดตียังจำเป็นต้องอาศัยความรู้ของผู้เชี่ยวชาญในการตัดสินใจในการจัดสรรโรคติดต่อให้เหมาะสมกับสถานการณ์ของอุปสงค์และอุปทานของโรคติดต่อในระบบ [9] ซึ่งการตัดสินใจในการจัดสรรโรคติดตียที่สามารถผนวกความรู้ของผู้เชี่ยวชาญเข้ากับตัวแบบทางด้านคณิตศาสตร์ จะช่วยให้ตรรกะในการจัดสรรมีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้นและสามารถนำไปใช้สนับสนุนการตัดสินใจในการจัดการโรคติดต่อในสถานการณ์จริงได้ [10]

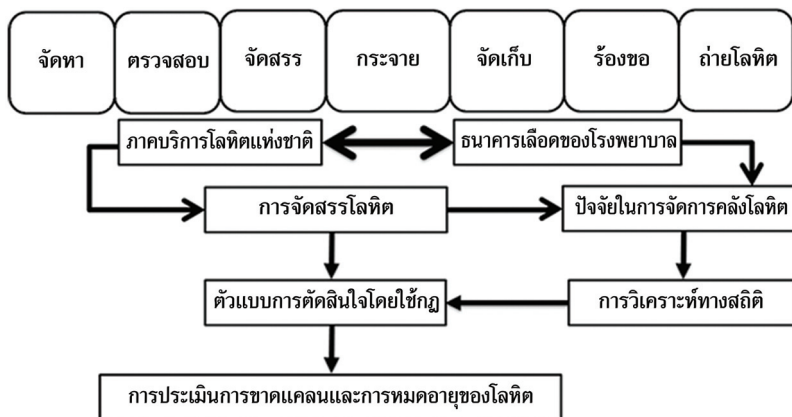
ยิ่งไปกว่านั้น ตัวแบบการตัดสินใจโดยใช้กฎ (Rule-based Decision Model) เป็นการนำความรู้เฉพาะด้านของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์และสร้างเป็นกฎเพื่อให้คอมพิวเตอร์ประมวลผลสำหรับช่วยในการแก้ไขปัญหาโดยใช้กฎทำให้การตัดสินใจมีความแม่นยำมากขึ้น [11] โดยสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจำลองเงื่อนไขในการตัดสินใจด้วยปัจจัยด้านการจัดการคลังโลหิตที่เกี่ยวข้องกับการจัดสรรโลหิตตามจำนวนและช่วงอายุที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการมีโลหิตขาดแคลนและการสูญเสียโลหิตโดยเปล่าประโยชน์ที่อาจเกิดขึ้นได้ในระบบ

ในประเทศไทย ภาควิชาโลหิตแห่งชาติ สังกัดศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย เป็นหน่วยงานสำคัญในการดำเนินกิจกรรมการบริการด้านโลหิต โดยในปัจจุบันประเทศไทยมีภาควิชาโลหิตแห่งชาติกระจายอยู่ในแต่ละจังหวัดตามส่วนภูมิภาค ซึ่งดำเนินการด้านการจัดหา ตรวจสอบคัดกรอง ปั่นแยกส่วนประกอบ และจัดสรรโลหิต ให้กับโรงพยาบาลภายในเครือข่ายพื้นที่รับผิดชอบ อย่างไรก็ตาม การจัดสรรโลหิตในระบบงานปัจจุบันยังอาศัยการตัดสินใจจากประสบการณ์ของบุคลากรเท่านั้น ส่งผลให้เกิดการขาดแคลนโลหิตและการหมดอายุของโลหิตโดยสิ้นได้ในระดับหนึ่ง ดังนั้น ตัวแบบการตัดสินใจโดยใช้กฎสำหรับการจัดสรรโลหิตโดยประยุกต์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดสรรโลหิต ด้านความต้องการโลหิต ระดับโลหิตคงคลัง ระยะเวลาการจองโลหิต รวมไปถึงระดับขีดความสามารถของโรงพยาบาล ผนวกในการสร้างตัวแบบการตัดสินใจในการจัดสรรโลหิต จะสามารถใช้เป็นกลไกในการสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดสรรโลหิตได้อย่างเหมาะสมยิ่งขึ้นโดยจะส่งผลให้การขาดแคลนโลหิตและการหมดอายุของโลหิตลดลงได้ในระบบ

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาการจัดสรรโลหิตของภาควิชาโลหิตแห่งชาติและโรงพยาบาล

การจัดสรรโลหิตจากภาควิชาโลหิตแห่งชาติไปยังโรงพยาบาลเครือข่ายอาศัยการตัดสินใจจากประสบการณ์ของบุคลากรและใช้ระบบเอกสารเป็นหลัก โดยจัดสรรโลหิตให้กับโรงพยาบาลที่ร้องขอแบบฉุกเฉินก่อนการร้องขอแบบทั่วไป ยิ่งไปกว่านั้น จำนวนของโลหิตซึ่งบุคลากรจัดสรรให้กับโรงพยาบาลนั้น ไม่สามารถเติมเต็มตามจำนวนความต้องการที่ร้องขอได้ ประกอบกับโลหิตที่จัดสรรนั้นมีอายุคล่องกัน โดยไม่ได้คำนึงถึงรูปแบบการใช้ในโรงพยาบาลส่งผลให้โลหิตมีโอกาสมอดอายุ ดังนั้น การประมวลองค์ความรู้จากผู้เชี่ยวชาญด้านธนาคารเลือดเพื่อสร้างตัวแบบการตัดสินใจโดยใช้กฎ สามารถถูกประยุกต์ใช้ร่วมกับวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อสร้างเงื่อนไขการตัดสินใจจากการศึกษาสภาพการณ์จริงในการจัดการคลังโลหิต เช่น นโยบายการจัดสรรโลหิตโดยพิจารณาความต้องการโลหิตหรือพิจารณาระดับโลหิตคงคลัง เพื่อสร้างตัวแบบการตัดสินใจในการจัดสรรโลหิตได้อย่างเหมาะสมมากยิ่งขึ้น โดยมีเป้าหมายในการลดอัตราการขาดแคลนโลหิตและการหมดอายุของโลหิตในระบบ โดยสามารถแสดงกรอบแนวคิดในการพัฒนาตัวแบบการตัดสินใจโดยใช้กฎสำหรับการจัดสรรโลหิตได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการพัฒนาตัวแบบการตัดสินใจโดยใช้กฎสำหรับการจัดสรรโลหิต

2. การจำลองวิธีการจัดสรรโลหิตของตัวแบบการตัดสินใจโดยใช้กฎ

แนวคิดในการพัฒนาตัวแบบการจัดสรรโลหิตในงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้วิธี Age-Differentiated [12] ของการจัดสรรสินค้าที่มีวันหมดอายุ ซึ่งตัวแบบจะสามารถจัดสรรโลหิตตามจำนวนและช่วงอายุที่เหมาะสมกับแต่ละโรงพยาบาลได้ โดยมีการผนวกปัจจัยในการจัดการสรรโลหิตเพื่อป้องกันการขาดแคลนโลหิตและการหมดอายุของโลหิตในระบบ ดังต่อไปนี้

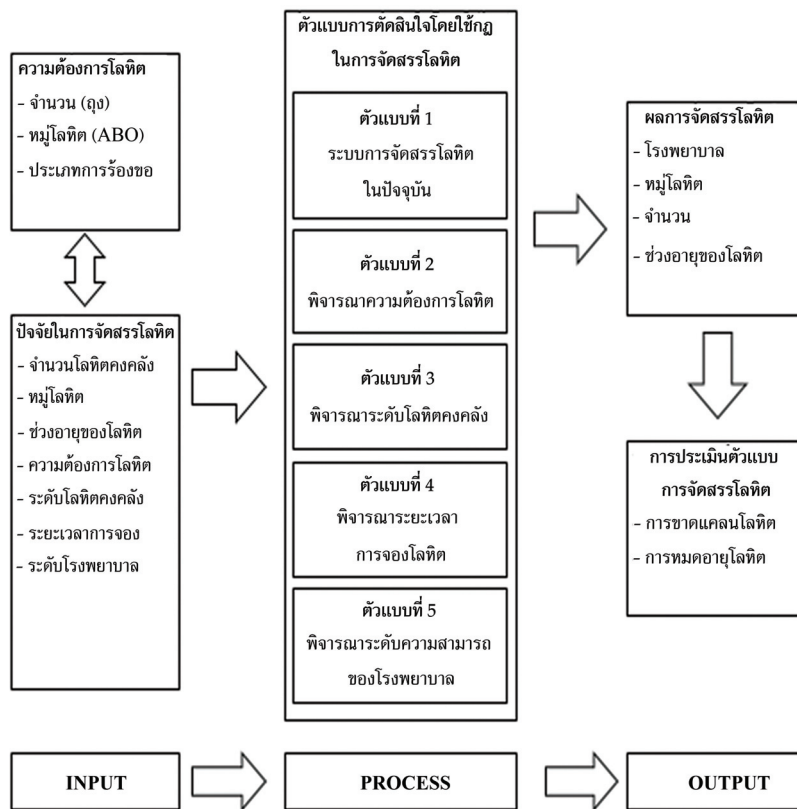
1) ความต้องการโลหิตภายในโรงพยาบาล โดยที่โรงพยาบาลที่มีแนวโน้มของอัตราการใช้โลหิตจำนวนมากควรพิจารณาจัดสรรโลหิตให้จำนวนมากกว่าและมีระยะเวลาการหมดอายุน้อยกว่า

2) ระดับโลหิตคงคลังในโรงพยาบาล โดยที่ไม่ควรจัดสรรโลหิตจำนวนมากให้กับโรงพยาบาลที่มีระดับโลหิตคงคลังสูงและควรจัดสรรโลหิตที่มีระยะเวลาการหมดอายุน้อยกว่าเพื่อป้องกันการหมดอายุ

3) ระยะเวลาการจองโลหิต คือ ระยะเวลาที่โลหิตสามารถถูกจองเพื่อใช้กับผู้ป่วย โดยที่โรงพยาบาลที่มีระยะเวลาในการจองโลหิต 3 - 7 วัน ควรกระจายโลหิตที่มีระยะเวลาหมดอายุมากกว่าให้กับโรงพยาบาลเหล่านี้ ในทางตรงกันข้าม ควรกระจายโลหิตที่มีระยะเวลาหมดอายุน้อยให้กับโรงพยาบาลที่มีระยะเวลาในการจองโลหิตน้อยกว่า 3 วัน เพื่อป้องกันการหมดอายุของโลหิต

4) ระดับขีดความสามารถของโรงพยาบาลที่แตกต่างกัน โดยโรงพยาบาลขนาดใหญ่ที่รองรับการรักษาระดับสูงจำเป็นต้องใช้โลหิตที่สามารถเก็บไว้ได้นานเพื่อใช้ในการรักษา เช่น การผ่าตัดใหญ่ เป็นต้น ตลอดจนโรงพยาบาลขนาดใหญ่จะมีหน่วยงานธนาคารเลือดของตนเองที่มีความสามารถในการจัดเก็บโลหิตไว้ได้เพื่อสำรองใช้ภายในโรงพยาบาลจึงควรได้รับการจัดสรรโลหิตที่มีช่วงอายุใหม่เพื่อนำไปจัดเก็บไว้ในอนาคต ในทางตรงกันข้าม โรงพยาบาลขนาดเล็กนั้นมีการร้องขอโลหิตเพื่อนำไปใช้ในการรักษาฉุกเฉินโดยส่วนใหญ่ จึงสามารถจัดสรรโลหิตที่ใกล้หมดอายุได้เพื่อป้องกันการหมดอายุของโลหิตในระบบ

การจำลองวิธีการจัดสรรโลหิตของตัวแบบการตัดสินใจโดยใช้กฎสามารถแสดงกรอบแนวคิดเชิงระบบในการจัดสรรโลหิตได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 กรอบแนวคิดเชิงระบบของตัวแบบการตัดสินใจโดยใช้กฎในการจัดสรรโลหิต

3. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษานี้ใช้ข้อมูลจากภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 นครราชสีมา ซึ่งมีเครือข่ายบริการในจังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ บุรีรัมย์ และสุรินทร์ โดยเป็นหน่วยงานบริการโลหิตขนาดใหญ่แก่โรงพยาบาลในเครือข่ายมากกว่า 60 แห่ง และมีปริมาณการร้องขอและเบิกจ่ายโลหิตอยู่ในระดับสูงเป็นอันดับต้นของประเทศเนื่องจากมีโรงพยาบาลที่มีความสามารถในการรักษาระดับสูงอยู่จำนวนมากประกอบกับพื้นที่จังหวัดมีอัตราการใช้โลหิตค่อนข้างสูง โดยข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาอยู่ในช่วงเวลาระหว่าง พ.ศ. 2557 - 2559 ประกอบไปด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้

3.1 ข้อมูลเชิงปริมาณที่ใช้ในการพัฒนาตัวแบบการจัดสรรโลหิต

3.1.1 จำนวนการจัดหาโลหิตแต่ละประเภท ณ ภาคบริการโลหิต

(หมู่โลหิต (ABO) และจำนวน (ถุง))

3.1.2 จำนวนความต้องการโลหิตในแต่ละประเภท ณ โรงพยาบาล

(หมู่โลหิต (ABO) จำนวน (ถุง) และประเภท (ทั่วไปและฉุกเฉิน))

3.1.3 ระดับความต้องการโลหิตของโรงพยาบาล

วิเคราะห์ข้อมูลสถิติจำนวนการร้องขอโลหิตของโรงพยาบาลและเปรียบเทียบระดับสูง กลาง และต่ำ ในแต่ละโรงพยาบาลด้วยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ

3.1.4 ระดับโลหิตคงคลังของภาคบริการโลหิตและโรงพยาบาล

วิเคราะห์ข้อมูลสถิติจำนวนของระดับโลหิตคงคลังของโรงพยาบาลในการสำรองโลหิต และเปรียบเทียบระดับสูง กลาง และต่ำ ในแต่ละโรงพยาบาล ด้วยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ

3.1.5 ระยะเวลาการจองโลหิตของแต่ละโรงพยาบาล

(0 - 2 วัน / 3 - 5 วัน / 6 - 7 วัน)

3.1.6 ระดับขีดความสามารถของแต่ละโรงพยาบาล

A - S = โรงพยาบาลศูนย์และโรงพยาบาลทั่วไป

M1 - M2 = โรงพยาบาลทั่วไปขนาดเล็กและโรงพยาบาลแม่ข่าย

F1/F2/F3 = โรงพยาบาลชุมชนขนาดใหญ่ กลาง และเล็ก

3.2 ข้อมูลในการสร้างตัวแบบในการทดสอบการจัดสรรโลหิต

3.2.1 ข้อมูลความต้องการโลหิตของโรงพยาบาลเครือข่ายจำนวน 12 เดือน

3.2.2 ข้อมูลการได้มาซึ่งโลหิตของภาคบริการโลหิตแห่งชาติ จำนวน 12 เดือน

การวิเคราะห์ข้อมูลด้านความต้องการโลหิตของโรงพยาบาลแต่ละแห่ง และข้อมูลการได้มาซึ่งโลหิตของภาคบริการโลหิตแห่งชาติ เพื่อทดสอบการกระจายตัวของความน่าจะเป็นของข้อมูลด้วยวิธีการ One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test พบว่า การกระจายของค่าของโอกาสของข้อมูลทั้ง 2 ชุด อยู่ในรูปแบบของ Poisson Distribution จากนั้นทำการสร้างชุดข้อมูลจำลองจากชุดค่าความน่าจะเป็นดังกล่าวด้วยวิธีการ Random Number Generation จากค่าพารามิเตอร์และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยกำหนดวิธีการสุ่มด้วยการกระจายตัวแบบ Poisson จะได้ชุดข้อมูลจำลองสำหรับใช้ในการทดสอบและประเมินตัวแบบการจัดสรรโลหิต ยิ่งไปกว่านั้น การใช้ข้อมูลในการสร้างตัวแบบจำนวน 12 เดือน สามารถสะท้อนถึงช่วงเวลาที่มีความต้องการโลหิตปกติและค่อนข้างสูง ตลอดจนความไม่แน่นอนในการจัดหาโลหิตในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน โดยทำให้การทดสอบตัวแบบการจัดสรรโลหิตมีความเหมาะสมเนื่องจากข้อมูลที่ใช้นั้นครอบคลุมความต้องการทั้งช่วงปกติและช่วงความต้องการสูงซึ่งมีลักษณะคล้ายกันในแต่ละปี

3.3 ข้อมูลอายุของโลหิต

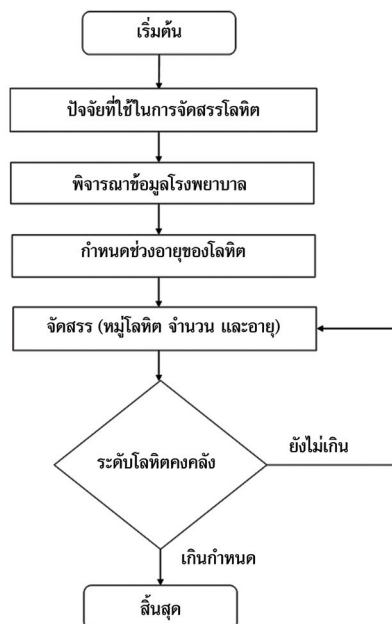
โลหิตในการศึกษานี้ คือ เม็ดเลือดแดงเข้มข้น (Red Blood Cells Concentrate) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์โลหิตที่ใช้ในการถ่ายโลหิตและการผ่าตัดเป็นหลัก และมีความต้องการใช้ในการรักษาสูงเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์โลหิตประเภทอื่น โดยมีช่วงอายุระหว่าง 35 วันต่อถุง และแบ่งช่วงกลุ่มอายุของโลหิตออกเป็น 5 ช่วง โดยจำลองให้อยู่ในรูปแบบของชุดข้อมูลแบบพลวัตซึ่งโลหิตแต่ละถุงจะหมดอายุลงไป 1 วันตามวันและเวลาจริงในการจำลองสถานการณ์ในการจัดสรรโลหิต โดยช่วงกลุ่มอายุของโลหิตประกอบไปด้วย

- 1) กลุ่มอายุช่วงที่ 1 = 1 - 7 วัน
- 2) กลุ่มอายุช่วงที่ 2 = 8 - 14 วัน
- 3) กลุ่มอายุช่วงที่ 3 = 15 - 21 วัน
- 4) กลุ่มอายุช่วงที่ 4 = 22 - 28 วัน
- 5) กลุ่มอายุช่วงที่ 5 = 29 - 35 วัน

4. การพัฒนาตัวแบบการตัดสินใจโดยใช้กฎสำหรับการจัดสรรโลหิต

4.1 ตรรกะและเงื่อนไขในการตัดสินใจโดยใช้กฎสำหรับการจัดสรรโลหิต

การพัฒนาตัวแบบการตัดสินใจโดยใช้กฎสำหรับการจัดสรรโลหิต ได้ประยุกต์องค์ความรู้ของผู้เชี่ยวชาญภายในภาคบริการโลหิตแห่งชาติ และหัวหน้าธนาคารเลือดของโรงพยาบาล ประกอบกับแพทย์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้โลหิต ในการพัฒนากฎในการจัดสรรโลหิต การทวนสอบความถูกต้องของตรรกะในการตัดสินใจ และการปรับปรุงพารามิเตอร์ในแต่ละเงื่อนไข ตลอดจนทวนสอบกับผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบจนเสร็จสิ้น โดยสามารถแสดงขั้นตอนหลักในการจัดสรรโลหิตของตัวแบบการตัดสินใจโดยใช้กฎได้ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ขั้นตอนของตัวแบบการตัดสินใจโดยใช้กฎสำหรับการจัดสรรโลหิต

4.2 การพัฒนาตัวแบบการตัดสินใจโดยใช้กฎสำหรับการจัดสรรโลหิต

การพัฒนาตัวแบบการตัดสินใจโดยใช้กฎสำหรับการจัดสรรโลหิต ใช้วิธีการวิเคราะห์ความรู้จากผู้เชี่ยวชาญและการสร้างกฎและเงื่อนไขในการตัดสินใจ (Rule-based Decision Model) ซึ่งประกอบไปด้วยกลุ่มของข้อเท็จจริง (Set of Fact) กลุ่มของกฎ (A Set of Rules) และเงื่อนไข (Condition) โดยมีรูปแบบของการเขียนกฎ โดยใช้ IF แสดงเงื่อนไขของกฎ และ THEN แสดงการกระทำที่ต้องการให้เกิดขึ้นเมื่อเงื่อนไขถูกต้อง นอกจากนี้กฎสามารถมีจำนวนเงื่อนไขในส่วนของ IF หรือการกระทำในส่วนของ THEN มากกว่าหนึ่งอย่างได้โดยใช้ AND และ OR เป็นตัวดำเนินการสำหรับเชื่อมการทำงานของเงื่อนไข [13]

ตัวแบบการตัดสินใจโดยใช้กฎสำหรับการจัดสรรโลหิตในงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย 5 ตัวแบบ ดังต่อไปนี้

- ตัวแบบที่ 1 การจัดสรรโลหิตในระบบปัจจุบัน
- ตัวแบบที่ 2 การจัดสรรโลหิตโดยพิจารณาความต้องการโลหิต (Demand-based Allocation)
- ตัวแบบที่ 3 การจัดสรรโลหิตโดยพิจารณาระดับโลหิตคงคลัง (Stock Level-based Allocation)
- ตัวแบบที่ 4 การจัดสรรโลหิตโดยพิจารณาระยะเวลาการจองโลหิต (Crossmatched Release Period-based Allocation)
- ตัวแบบที่ 5 การจัดสรรโลหิตโดยพิจารณาระดับขีดความสามารถของโรงพยาบาล (Hospital Performance Level-based Allocation)

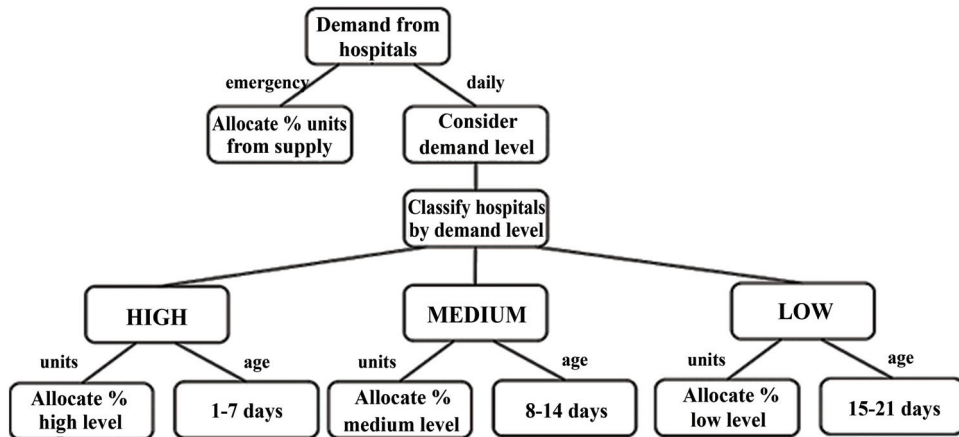
โดยตัวแบบที่ 2 - 5 ได้ผนวกปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนและอายุของโลหิตร่วมเข้าไปในตัวแบบซึ่งจะมีการพิจารณาอายุที่เหมาะสมร่วมด้วยในการจัดสรรโลหิต และสามารถแสดงตัวอย่างตรรกะของตัวแบบการตัดสินใจโดยใช้กฎสำหรับการจัดสรรโลหิตได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวอย่างตรรกะของตัวแบบการตัดสินใจโดยใช้กฎสำหรับการจัดสรรโลหิต

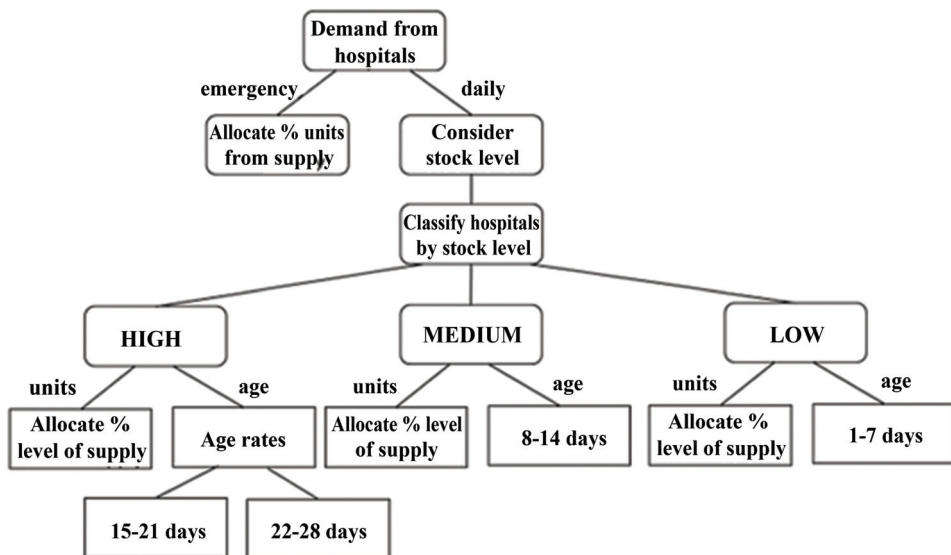
ตัวแบบที่ 1	ตัวแบบที่ 3	ตัวแบบที่ 5
<pre> (def rule allocate (type emergency); (type daily); antecedent => (allocate (HBBn1 full)); consequents (allocate (HBBn2 full)) Subrule 1 if type of demand = emergency then allocate first and full quantity Subrule 2 if requisition = null then allocate first Subrule 3 if requisition = one then allocate next Subrule 4 if type = daily then order HBB by allocated Subrule 5 if HBB = unallocated then allocate first Subrule 6 if requisition = one then allocate next </pre>	<pre> (def rule allocate (type stock level); antecedent => (allocate (HBB full)); consequents) Subrule 1 if requisition = null then order HBB by stock level Subrule 2 if stock level = 1 then allocate age in rate 3 or 4 Subrule 3 if stock level = 2 then allocate age in rate 2 Subrule 4 if demand = 3 then allocate age in rate 1 </pre>	<pre> (def rule allocate (type performance); antecedent => (allocate (HBB full)); consequents) Subrule 1 if requisition = null then order HBB by performance Subrule 2 if performance = 1 then allocate age in rate 1 or 3 or 4 Subrule 3 if performance = 2 then allocate age in rate 1 or 2 Subrule 4 if performance = 3 then allocate age in rate 1 Subrule 5 if performance = 4 then allocate age in rate 1 Subrule 6 if performance = 5 then allocate age in rate 1 </pre>

4.3 การสร้างฟังก์ชันไม่การตัดสินใจโดยใช้กฎการจัดสรรโลหิต

การสร้างฟังก์ชันไม่การตัดสินใจโดยใช้กฎของตัวแบบการจัดสรรโลหิต เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของตรรกะของกฎและเงื่อนไขในการตัดสินใจ โดยสามารถแสดงตัวอย่างได้ดังรูปที่ 4



(ก) ตัวแบบที่ 2



(ข) ตัวแบบที่ 4

รูปที่ 4 ตัวอย่างแผนฟังก์ชันไม่การตัดสินใจโดยใช้กฎในการจัดสรรโลหิต

4.4 การทดสอบตัวแบบการตัดสินใจโดยใช้กฎในการจัดสรรโลหิต

การทดสอบตัวแบบการตัดสินใจโดยใช้กฎในการจัดสรรโลหิตกับชุดข้อมูลจำลองของคลังโลหิตและการร้องขอโลหิต เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของอัลกอริทึมของตัวแบบ โดยสามารถแสดงตัวอย่างการจัดสรรโลหิตโดยใช้กฎโดยพิจารณาระดับขีดความสามารถของโรงพยาบาลได้ดังนี้

4.4.1 ชุดข้อมูลการร้องขอโลหิตภายในระบบ ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวอย่างชุดข้อมูลการร้องขอโลหิต

ที่	โรงพยาบาล	ระดับการรักษา	ประเภทการร้องขอ	หมู่โลหิต	จำนวน (ถุง)
1	Hospital A	A - S (type= 1)	Emergency	A	30
2	Hospital B	M1 - M2 (type= 2)	Daily	A	20
3	Hospital C	F1 (type = 3)	Daily	A	3
4	Hospital D	F2 (type = 4)	Daily	A	5

4.4.2 ชุดข้อมูลคลังโลหิตหมู่เอ จำนวน 80 ถุง โดยมีอายุ 5 ช่วง

- 1) 1 - 7 วัน = 10 ถุง
- 2) 8 - 15 วัน = 20 ถุง
- 3) 16 - 21 วัน = 25 ถุง
- 4) 22 - 28 วัน = 20 ถุง
- 5) 29 - 35 วัน = 5 ถุง

4.4.3 ผลการจัดสรรโลหิตโดยพิจารณาระดับขีดความสามารถของโรงพยาบาล

- Limit Inventory: 100% | Maximum Allocate Units: 75 | Blood Age Rates: 1-4

```
SELECT * FROM request, hospital WHERE request.hospital_id=hospital.hospital_id
AND DATE(request_date)=DATE(NOW()) AND blood_group=A ORDER BY request_amount,
request_time ASC
```

- Allocate --->

>> Hospital D | Performance: 3 | Type: Daily | Request: 3 |

----->> Age rate: 1 | Allocate units = 3

----->> Total allocate in request: 3 | Stock remain: 72

>> Hospital C | Performance: 4 | Type: Daily | Request: 5 |

----->> Age rate: 1 | Allocate units = 5

----->> Total allocate in request: 5 | Stock remain: 67

>> Hospital B | Performance: 2 | Type: Daily | Request: 20 |

----->> Age rate: 1 | Allocate units = 2

----->> Age rate: 2 | Allocate units = 18

----->> Total allocate in request: 20 | Stock remain: 57

>> Hospital A | Performance: 1 | Type: Emergency | Request: 30 |

----->> Age rate: 3 | Allocate units = 25

----->> Age rate: 4 | Allocate units = 5

----->> Total allocate in request: 30 | Stock remain: 17

5. การประเมินตัวแบบการจัดสรรโลหิต

การประเมินตัวแบบการจัดสรรโลหิตด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์โดยใช้วิธีการสร้างระบบต้นแบบในการจัดสรรโลหิตซึ่งจัดเก็บอัลกอริทึมของตัวแบบในการตัดสินใจลงฐานข้อมูล โดยรวมไปถึงข้อมูลและปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการจัดการคลังโลหิตและการจัดสรรโลหิตในระบบ และการจำลองการจัดสรรโลหิตผ่านระบบต้นแบบได้รับการวางฟังก์ชันให้เหมือนกับขั้นตอนการจัดสรรโลหิตในระบบงานจริงของภาคบริการโลหิตแห่งชาติ โดยผลลัพธ์ในการจัดสรรโลหิตในแต่ละตัวแบบจะถูกจัดเก็บลงระบบฐานข้อมูล ในส่วนของการประเมินตัวแบบการจัดสรรโลหิตนั้นได้ใช้ชุดข้อมูลจำลองจำนวน 1 ปี (12 เดือน) ในการจำลองสถานการณ์โดยกำหนดให้ระบบต้นแบบจัดสรรโลหิตดำเนินไปโดยอัตโนมัติตามอัลกอริทึมของระบบ ซึ่งจะทำให้การคำนวณและแสดงผลข้อมูลการขาดแคลนโลหิตและอัตราการหมดอายุของโลหิต และเปรียบเทียบผลการประเมินดังกล่าวตามคาบเวลาในแต่ละตัวแบบ โดยอัตราการขาดแคลนโลหิตเท่ากับผลต่างระหว่างจำนวนร้องขอโลหิตและจำนวนโลหิตที่ได้รับจัดสรรของแต่ละโรงพยาบาล และอัตราการหมดอายุของโลหิตเท่ากับจำนวนโลหิตที่หมดอายุ ณ ช่วงเวลาที่กำหนด (อายุศูนย์วัน) ในแต่ละโรงพยาบาล

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

การทดสอบตัวแบบการตัดสินใจโดยใช้กฎสำหรับการจัดสรรโลหิตใช้วิธีการจำลองสถานการณ์แบบไม่ต่อเนื่องในการทดสอบตัวแบบด้วยชุดข้อมูลที่จำลองด้วยวิธีการทางสถิติทั้งด้านอุปสงค์และอุปทานของโลหิต เพื่อให้ได้มาซึ่งผลการจัดสรรโลหิตในช่วงเวลาทั้งสิ้น 1 รอบปี (มกราคม - ธันวาคม) และประเมินตัวแบบดังกล่าวด้วยอัตราการขาดแคลนโลหิตและอัตราการหมดอายุของโลหิตในระบบรายเดือนเพื่อทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ในแต่ละตัวแบบการจัดสรรโลหิต โดยสามารถแสดงผลการประเมินได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลประเมินอัตราการขาดแคลนโลหิตและการหมดอายุของโลหิตของตัวแบบการจัดสรรโลหิต

เดือน	การขาดแคลนโลหิต (จำนวนถุง)					การหมดอายุของโลหิต (จำนวนถุง)				
	ตัวแบบที่ 1	ตัวแบบที่ 2	ตัวแบบที่ 3	ตัวแบบที่ 4	ตัวแบบที่ 5	ตัวแบบที่ 1	ตัวแบบที่ 2	ตัวแบบที่ 3	ตัวแบบที่ 4	ตัวแบบที่ 5
มกราคม	1,467	982	1,342	1,437	1,434	175	135	125	114	102
กุมภาพันธ์	1,247	873	1,202	1,174	1,211	146	112	112	105	99
มีนาคม	1,256	1,103	1,452	1,152	1,423	124	124	127	109	94
เมษายน	1,465	1,392	1,537	1,467	1,220	114	97	98	121	86
พฤษภาคม	1,846	1,612	1,553	1,469	1,453	109	108	95	84	73
มิถุนายน	1,284	1,108	1,128	1,137	1,238	119	83	113	94	87
กรกฎาคม	1,387	937	913	1,348	1,024	141	134	136	101	93
สิงหาคม	1,192	1,012	967	1,026	956	135	94	121	98	104
กันยายน	1,156	1,056	1,135	977	1,173	141	103	109	92	90
ตุลาคม	1,374	1,391	1,243	1,357	1,279	146	112	121	102	112

ตารางที่ 3 ผลประเมินอัตราการขาดแคลนโลหิตและการหมดอายุของโลหิตของตัวแบบการจัดสรรโลหิต (ต่อ)

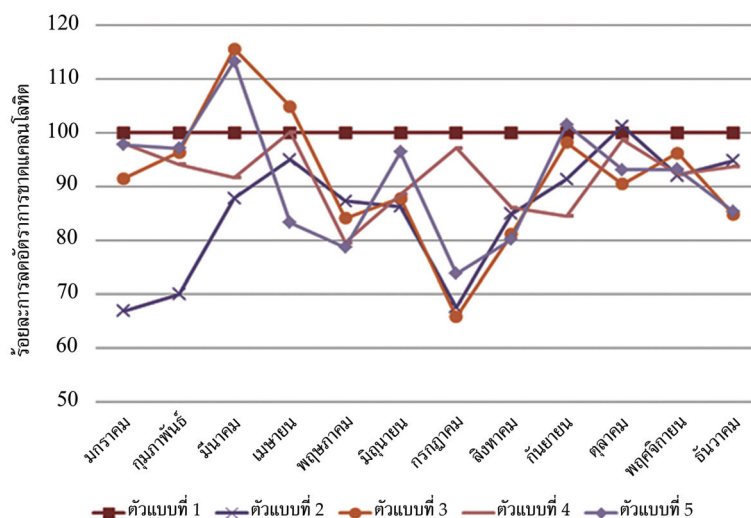
เดือน	การขาดแคลนโลหิต (จำนวนถุง)					การหมดอายุของโลหิต (จำนวนถุง)				
	ตัวแบบที่ 1	ตัวแบบที่ 2	ตัวแบบที่ 3	ตัวแบบที่ 4	ตัวแบบที่ 5	ตัวแบบที่ 1	ตัวแบบที่ 2	ตัวแบบที่ 3	ตัวแบบที่ 4	ตัวแบบที่ 5
พฤศจิกายน	1,813	1,668	1,744	1,673	1,689	127	105	127	112	94
ธันวาคม	1,354	1,284	1,149	1,269	1,156	122	115	103	132	119
รวม	16,841	14,418	15,365	15,486	15,256	1599	1322	1387	1264	1153
ค่าเฉลี่ย	1,403.4	1,201.5	1,280.4	1,290.5	1,271.3	133.25	110.17	115.58	105.33	96.08
ร้อยละการลด	-	14.39	8.76	8.05	9.41	-	17.33	13.26	20.95	27.89

ผลการประเมินอัตราการขาดแคลนโลหิตโดยการเปรียบเทียบตัวแบบการจัดสรรโลหิตในระบบปัจจุบันกับตัวแบบการจัดสรรโลหิตในงานวิจัยนี้พบว่า ตัวแบบการจัดสรรโลหิตโดยพิจารณาความต้องการโลหิตสามารถลดอัตราการขาดแคลนโลหิตได้สูงที่สุดร้อยละ 14.39 เนื่องจากตัวแบบดังกล่าวได้รับการพัฒนาจากการวิเคราะห์ความต้องการโลหิตภายในโรงพยาบาล ซึ่งทำให้โรงพยาบาลที่มีแนวโน้มในการใช้โลหิตสูง จะได้รับการจัดสรรโลหิตจำนวนที่มากกว่าโรงพยาบาลที่มีแนวโน้มในการใช้โลหิตต่ำกว่า โดยเงื่อนไขในตัวแบบนี้กำหนดให้โรงพยาบาลทุกแห่งมีโอกาสได้รับการจัดสรรโลหิตเท่ากันแต่จำนวนที่ได้รับจะแตกต่างกันตามแนวโน้มของความต้องการโลหิตภายในโรงพยาบาล ซึ่งทำให้สามารถลดอัตราการขาดแคลนโลหิตในระบบได้ค่อนข้างสูง โดยในส่วนของตัวแบบที่มีผลการประเมินอัตราการขาดแคลนโลหิตตรงลงมาคือตัวแบบที่ 5 (พิจารณาระดับขีดความสามารถของโรงพยาบาล) ตัวแบบที่ 3 (พิจารณาระดับโลหิตคงคลัง) และตัวแบบที่ 4 (พิจารณาระยะเวลาการจองโลหิต) ซึ่งมีอัตราการขาดแคลนโลหิตในระบบเท่ากับร้อยละ 9.41 8.76 และ 8.05 ตามลำดับ ยิ่งไปกว่านั้น ผลการประเมินอัตราการขาดแคลนโลหิตภายในระบบแสดงให้เห็นถึงปัจจัยด้านความต้องการโลหิตซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่ออัตราการขาดแคลนโลหิต เนื่องจากตัวแบบที่ 2 มีการพิจารณาถึงความต้องการโลหิตเป็นหลักในการจัดสรรโลหิต และสามารถลดอัตราการขาดแคลนโลหิตในระบบได้สูงสุดเมื่อเทียบกับตัวแบบการจัดสรรโลหิตอื่น ๆ ซึ่งไม่ได้พิจารณาถึงความต้องการโลหิตเป็นหลัก โดยสอดคล้องกับผลการศึกษาใน [7] ที่ระบุถึงอัตราส่วนระหว่างจำนวนโลหิตในคลังโลหิตและความต้องการโลหิตที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลามีผลกระทบหลักต่ออัตราการขาดแคลนโลหิตในระบบ

ผลการประเมินการลดอัตราการหมดอายุของโลหิตโดยการเปรียบเทียบตัวแบบการจัดสรรโลหิตในระบบปัจจุบันกับตัวแบบการจัดสรรโลหิตในงานวิจัยนี้พบว่า ตัวแบบที่ 3 (พิจารณาระดับโลหิตคงคลัง) ซึ่งใช้ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการหมดอายุของโลหิตในโรงพยาบาลในการจัดสรรโลหิต มีค่าร้อยละการลดอัตราการขาดแคลนโลหิตเท่ากับ 13.26 โดยเมื่อเปรียบเทียบกับตัวแบบที่ 4 (พิจารณาระยะเวลาการจองโลหิต) ซึ่งมีร้อยละการลดอัตราการขาดแคลนโลหิตเท่ากับ 20.95 โดยสามารถลดอัตราการหมดอายุของโลหิตในระบบได้สูงกว่าการจัดสรรโลหิตโดยพิจารณาระดับโลหิตคงคลัง เนื่องจากระยะเวลาการจองโลหิตสะท้อนถึงระยะเวลาที่มีผลต่อการหมดอายุของโลหิตในการใช้โลหิต ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความแน่นอนและไม่เปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลาที่มีความต้องการโลหิตแปรผัน ยิ่งไปกว่านั้น ระดับโลหิตคงคลังเป็นจำนวนในการสำรองโลหิตไว้ใช้ในอนาคตหรือเพื่อขาดเท่านั้นจึงไม่สะท้อนถึงผลกระทบโดยตรงต่อการหมดอายุของโลหิตเท่าใดนัก

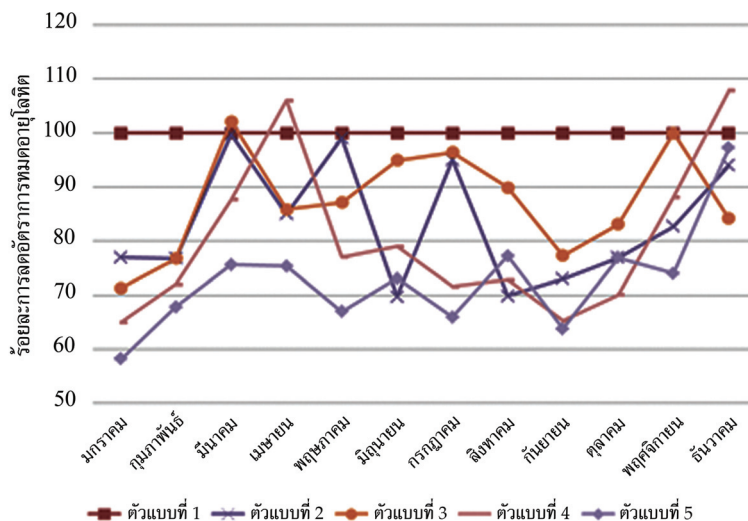
สำหรับตัวแบบที่ 2 (พิจารณาความต้องการโลหิต) พบว่า มีค่าร้อยละของการลดอัตราการหมดอายุของโลหิตเท่ากับ 17.33 เนื่องจากการผนวกแนวโน้มของความต้องการโลหิตจึงทำให้สามารถลดอัตราการหมดอายุของโลหิตได้ในระดับหนึ่ง แต่เมื่อพิจารณาถึงตัวแบบที่ 5 (พิจารณาระดับขีดความสามารถของโรงพยาบาล) พบว่า มีค่าร้อยละการลดอัตราการหมดอายุของโลหิตในระบบที่สูงที่สุดเท่ากับ 27.89 เนื่องด้วยตัวแบบดังกล่าวนี้ได้รับการพัฒนาจากเงื่อนไขของรูปแบบของการใช้โลหิตในแต่ละโรงพยาบาลที่แตกต่างกัน เช่น กรณีฉุกเฉินจะได้รับโลหิตที่สามารถนำไปใช้ได้เลย และกรณีผ่าตัดพิเศษจะได้รับโลหิตที่สามารถนำไปสำรองเพื่อการรักษาได้ เป็นต้น โดยรูปแบบของเงื่อนไขในการได้รับการจัดสรรโลหิตตามช่วงอายุที่เหมาะสมกับระดับขีดความสามารถของโรงพยาบาลส่งผลให้การหมดอายุของโลหิตลดลง เนื่องจากได้รับโลหิตที่มีช่วงอายุสอดคล้องกับระดับการรักษาของโรงพยาบาลแต่ละแห่ง ผลการประเมินดังกล่าวสอดคล้องกับผลการศึกษา [7] ซึ่งระบุถึงการจัดสรรโลหิตที่มีอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าส่งผลให้การหมดอายุของโลหิตในระบบน้อยลง เนื่องจากตัวแบบที่ 4 และ 5 ได้ผนวกเงื่อนไขการจัดสรรโลหิตในช่วงอายุที่สามารถจัดเก็บในโรงพยาบาลได้นานกว่าจึงมีอัตราการหมดอายุของโลหิตในระบบที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับตัวแบบอื่น ๆ

ตัวแบบการจัดสรรโลหิตในงานวิจัยนี้สามารถสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดสรรโลหิตของบุคลากรในภาคบริการโลหิตแห่งชาติได้ ซึ่งส่งผลให้การขาดแคลนโลหิตและการหมดอายุของโลหิตในระบบลดลง อย่างไรก็ตาม การจำลองสถานการณ์ในการทดสอบตัวแบบใช้ชุดข้อมูลที่จำลองขึ้นตามหลักสถิติจากข้อมูลจริงจำนวน 1 ปี ซึ่งเมื่อพิจารณาจากกราฟเส้นแสดงผลการประเมินการขาดแคลนโลหิตในรูปที่ 5 และการหมดอายุของโลหิตในรูปที่ 6 พบว่าในบางช่วงเวลาตัวแบบการจัดสรรโลหิตไม่สามารถลดอัตราการขาดแคลนโลหิตได้ เนื่องจากความผันผวนของข้อมูลความต้องการโลหิตในความเป็นจริง เช่น ในเดือนเมษายน ซึ่งเป็นช่วงวันหยุดยาวที่มีการจราจรค่อนข้างหนาแน่นและมีสถิติการเกิดอุบัติเหตุมากกว่าช่วงเวลาปกติ ส่งผลให้มีความต้องการโลหิตสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งเป็นข้อจำกัดด้านข้อมูลที่มีความไม่แน่นอนระหว่างความต้องการโลหิตและโลหิตที่มีไว้ในการจัดสรรในช่วงเวลาดังกล่าว



รูปที่ 5 กราฟข้อมูลผลการประเมินการขาดแคลนโลหิต

ในทางเดียวกันกับการทดสอบตัวแบบด้านการประเมินการหมดอายุของโลหิตพบว่า ในเดือนเมษายน และธันวาคม นั้น ตัวแบบการจัดสรรโลหิตไม่สามารถลดอัตราการหมดอายุได้เมื่อเทียบกับระบบการจัดสรรโลหิตในปัจจุบัน เนื่องจากโอกาสการเกิดอุบัติเหตุในช่วงระยะเวลาดังกล่าวค่อนข้างสูงกว่าช่วงเวลาอื่น ส่งผลให้ธนาคารเลือดจำเป็นต้องสำรองโลหิตไว้โรงพยาบาลของตนเองเป็นจำนวนมากกว่าปกติ ซึ่งข้อมูลจากการทดสอบตัวแบบได้สะท้อนถึงความเป็นจริงที่โลหิตมีโอกาสที่จะหมดอายุได้จำนวนมาก เช่นเดียวกันในช่วงระยะเวลามีความต้องการโลหิตสูง ซึ่งถือเป็นข้อจำกัดด้านความไม่แน่นอนในการจัดการคลังโลหิตอีกประการหนึ่ง



รูปที่ 6 กราฟข้อมูลผลการประเมินการหมดอายุของโลหิต

อย่างไรก็ตาม ลักษณะของเส้นกราฟมีแนวโน้มในการลดอัตราการขาดแคลนโลหิตและการหมดอายุของโลหิตได้ในช่วงระยะเวลา 1 ปี ซึ่งความผันผวนที่เกิดขึ้นนั้นอยู่ในช่วงระยะเวลามีความต้องการโลหิตสูง และจำเป็นต้องสำรองโลหิตไว้จำนวนมากกว่าปกติ โดยหากพิจารณาถึงช่วงเดือนปกติพบว่า ตัวแบบการจัดสรรโลหิตในงานวิจัยนี้มีผลการประเมินที่สามารถลดอัตราการขาดแคลนโลหิตและการหมดอายุของโลหิตในระยะยาว ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการจัดสรรโลหิตในช่วงเวลาที่มีความต้องการโลหิตอยู่ในระดับปกติได้ในระบบ ยิ่งไปกว่านั้น หากมีการใช้ชุดข้อมูลจำลองในคาบเวลาที่มากกว่า 1 ปี จะส่งผลให้ผลลัพธ์ในการจำลองสถานการณ์นั้นมีความเหมาะสมยิ่งขึ้น และการใช้ชุดข้อมูลจากภาคบริการโลหิตแห่งชาติแห่งอื่น จะทำให้สามารถวิเคราะห์ผลลัพธ์ของการจำลองสถานการณ์ในแต่ละบริบทของภาคบริการโลหิตแห่งชาติได้อย่างหลากหลายยิ่งขึ้นซึ่งสอดคล้องกับข้อเสนอแนะจากการศึกษา [5]

ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การประเมินตัวแบบการตัดสินใจโดยใช้กฎสำหรับการจัดสรรโลหิต ใช้วิธีการจำลองสถานการณ์ ตัวแบบที่ 2 การจัดสรรโลหิตโดยพิจารณาความต้องการโลหิต สามารถลดอัตราการขาดแคลนโลหิตในระบบได้สูงที่สุด ในขณะที่ตัวแบบที่ 5 การจัดสรรโลหิตโดยพิจารณาระดับขีดความสามารถของโรงพยาบาล สามารถลดอัตราการหมดอายุของโลหิตในระบบได้สูงที่สุด เมื่อเทียบกับการจัดสรรในระบบงานปัจจุบันและตัวแบบการจัดสรรที่ได้ศึกษาในงานวิจัยนี้ การศึกษานี้แสดงให้เห็นถึง

ปัจจัยด้านความต้องการโลหิตและระดับขีดความสามารถของโรงพยาบาลที่ส่งผลกระทบต่อการจัดสรรโลหิต ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการลดอัตราการขาดแคลนและการหมดอายุของโลหิตในระบบ ยิ่งไปกว่านั้น ตัวแบบการตัดสินใจโดยใช้กฎสามารถปรับเปลี่ยนเงื่อนไขในแต่ละกฎให้เหมาะสมต่อการนำไปในการดำเนินงานจริง ซึ่งหากมีการผนวกทั้ง 2 ปัจจัยดังกล่าวไว้ในกฎการจัดสรรโลหิตเดียวกันนั้นมีแนวโน้มในการลดอัตราการขาดแคลนและการหมดอายุของโลหิตในระบบได้อย่างควบคู่กัน

สรุป

การจัดสรรโลหิตเป็นกระบวนการที่สำคัญในการกระจายโลหิตจากศูนย์บริการโลหิตให้กับโรงพยาบาล ที่ทำการร้องขอโลหิตตามประเภทของโลหิต หมู่โลหิต และจำนวนที่ต้องการ โดยจำเป็นต้องคำนึงถึงการขาดแคลนโลหิตและการหมดอายุของโลหิตในระบบที่อาจเกิดขึ้นได้ ดังนั้น การศึกษาถึงปัจจัยด้านการจัดการคลังโลหิตที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการขาดแคลนโลหิตและการหมดอายุของโลหิตจึงควรมานำวิเคราะห์ในการจัดสรรโลหิตด้านจำนวนและอายุที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาวิธีการจัดสรรโลหิตให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาวิธีการจัดสรรโลหิตโดยใช้วิธีการพัฒนาตัวแบบการตัดสินใจโดยใช้กฎในการสร้างตรรกะในการจัดสรรโลหิตซึ่งผนวกปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการคลังโลหิตจำนวน 4 ตัวแบบ คือ ความต้องการโลหิต (1) ระดับโลหิตคงคลัง (2) ระยะเวลาการจองโลหิต (3) และระดับขีดความสามารถของโรงพยาบาล (4) ยิ่งไปกว่านั้น การทดสอบตัวแบบการจัดสรรโลหิตเพื่อประเมินการลดอัตราการขาดแคลนโลหิตและการหมดอายุของโลหิตในระบบด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์และเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดสรรโลหิตในแต่ละตัวแบบพบว่า ตัวแบบการจัดสรรโลหิตโดยพิจารณาความต้องการโลหิตสามารถลดอัตราการขาดแคลนโลหิตในระบบได้สูงที่สุด ในขณะที่ตัวแบบการจัดสรรโลหิตโดยพิจารณาระดับขีดความสามารถของโรงพยาบาลสามารถลดอัตราการหมดอายุของโลหิตในระบบได้สูงที่สุดเมื่อเทียบกับการจัดสรรโลหิตในระบบงานปัจจุบัน ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงปัจจัยในการจัดสรรโลหิตที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการขาดแคลนและการหมดอายุของโลหิตซึ่งภาคบริการโลหิตแห่งชาติสามารถประยุกต์ใช้เงื่อนไขจากตัวแบบการตัดสินใจโดยใช้กฎในการจัดสรรโลหิตเพื่อปรับปรุงวิธีการจัดสรรโลหิตในระบบงานในปัจจุบันให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้นได้ในอนาคต

References

- [1] Osorio, A. F., Brailsford, S. C., and Smith, H. K. (2015). A Structured Review of Quantitative Models in the Blood Supply Chain: A Taxonomic Framework for Decision-Making. **International Journal of Production Research**. Vol. 53, No. 24, pp. 7191-7212. DOI: 10.1080/00207543.2015.1005766
- [2] Katsaliaki, K. and Brailsford, S. C. (2007). Using Simulation to Improve the Blood Supply Chain. **Journal of the Operational Research Society**. Vol. 58, No. 2, pp. 219-227

- [3] Pierskalla, W. P. (2005). **Supply Chain Management of Blood Banks**. In: Brandeau M.L., Sainfort F., Pierskalla W.P. (eds) Operations Research and Health Care. International Series in Operations Research & Management Science, Vol. 70, Springer, Boston, MA
- [4] Prastacos, G. P. and Brodheim, E. (1980). PBDS: A Decision Support System for Regional Blood Management. **Management Science**. Vol. 26, Issue 5, pp. 451-463. DOI: 10.1287/mnsc.26.5.451
- [5] Sapountzis, C. (1984). Allocating Blood to Hospitals from a Central Blood Bank. **European Journal of Operational Research**. Vol. 16, Issue 2, pp. 157-162. DOI: 10.1016/0377-2217(84)90070-5
- [6] Sapountzis, C. (1989). Allocating Blood to Hospitals. **The Journal of the Operational Research Society**. Vol. 40, No. 5, pp. 443-449. DOI: 10.2307/2583616
- [7] Qin, Y. (2011). **Optimal Allocation of Blood Inventories**. Doctoral dissertation. Business Administration. Information Systems and Operations Management. University of Florida
- [8] Nagurney, A. and Masoumi, A. H. (2012). **Supply Chain Network Design of a Sustainable Blood Banking System**. In: Sustainable Supply Chains: Models, Methods and Public Policy Implications T. Boone, V. Jayaraman, and R. Ganeshan, Editors, Springer, London, England, pp. 49-72
- [9] Li, B. N., Dong, M. C., and Chao, S. (2008). On Decision Making Support in Blood Bank Information Systems. **Expert Systems with Applications**. Vol. 34, Issue 2, pp. 1522-1532. DOI: 10.1016/j.eswa.2007.01.016
- [10] Jagannathan, R. and Sen, T. (1991). Storing Crossmatched Blood: A Perishable Inventory Model With Prior Allocation. **Management Science**. Vol. 37, No. 3, pp. 251-266. DOI: 10.1287/mnsc.37.3.251
- [11] Levesque, H. J. and Lakemeyer, G. (2001). **The Logic of Knowledge Bases**. MIT Press.
- [12] Cohen, M. A., Pierskalla, W. P., and Yen, H. C. (1981). An Analysis of Ordering and Allocation Policies for Multi-echelon, Age-Differentiated Inventory Systems. **TIMS Studies in the Management Sciences**. Vol. 16, No. 1, pp. 353-378
- [13] Gonzalez, A. J. and Dankel, D. D. (1993). **The Engineering of Knowledge-based Systems**. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall. pp. 207-230.