



วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม Journal of Engineering and Innovation

บทความวิจัย

การลดปริมาณเลือดหมดอายุ: กรณีศึกษา หน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต โรงพยาบาลสงขลานครินทร์

Reducing the amount of expired blood: a case study of blood bank and transfusion medicine, songklanagarind hospital

อิฟพะห์ มะเกะ¹ เสกสรร สุธรรมมานนท์¹ สมรพรพรช สุระสมบัติพัฒนา² วรกร เพชรเกลี้ยง² จิรัชต์ชา นิลโมจน์²
นภิสพร มีมงคล^{1*}

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

² สาขาวิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

Iffah Makea¹ Sakesun Suthummanon¹ Smonrapat Surasombatpattana² Warakorn Petkliang²
Jirattacha Ninmote² Napisphon Meemongkol^{1*}

¹ Department of Industrial Engineering and Manufacturing, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University, Songkla 90110

² Department of Pathology, Faculty of Medicine, Prince of Songkla University, Songkla 90110

* Corresponding author.

napisphon.m@psu.ac.th; Telephone: 089-657-7891

วันที่รับบทความ 22 มิถุนายน 2564; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 1 20 กรกฎาคม 2564 ; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 2 24 กันยายน 2564 ;

วันที่ตอบรับบทความ 2 พฤศจิกายน 2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการลดปริมาณเลือดหมดอายุของหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ และคำนวณปริมาณเกล็ดเลือด (Platelet: PLT) และเม็ดเลือดแดง (Red Blood Cell: RBC) สำรองคงคลังที่เหมาะสม โดยเริ่มจากสำรวจสภาพปัญหาปัจจุบันของหน่วยงานคลังเลือด ใช้ IDEF0 (Integration Definition for Function Modeling) จำลองเหตุการณ์ ใช้ Microsoft Access จัดการระบบฐานข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือด การใช้เลือดและเลือดหมดอายุ โดยการจัดการของเสียภายในหน่วยคลังเลือดใช้หลักการ FIFO ในการบริหาร ใช้วิธีมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation) เพื่อพิสูจน์แนวความคิดการลดของเสียในหน่วยงานคลังเลือด และหาปริมาณเลือดสำรองที่เหมาะสม สรุปผลได้ว่าคลังเลือดควรสำรอง PLT สำหรับใช้งาน 3 วัน 33, 43, 13, และ 56 ยูนิตต่อวัน RBC สำหรับใช้งาน 7 วัน 100, 123, 31, และ 177 ยูนิตต่อวัน และ RBC สำหรับใช้งาน 10 วัน 143, 176, 44, และ 253 ยูนิตต่อวันตามกรุ๊ปเลือด A, B, AB และ O ตามลำดับคงคลังไว้ตลอดเวลา ซึ่งส่งผลให้สามารถลดปริมาณ PLT หมดอายุได้ร้อยละ 87 และปริมาณ RBC หมดอายุได้ร้อยละ 100

คำสำคัญ

เกล็ดเลือด เม็ดเลือดแดง คลังเลือด จำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล

Abstract

This research aims to reduce the amount of expired blood and to find the optimal amount of platelets (PLT) and red blood cells (RBC) reserve in the Blood Bank and Transfusion Medicine department of Songklanagarind Hospital. Survey of current problems in the blood bank was conducted to initiate the study. IDEF0 (Integration Definition for Function Modeling) was used to simulate real-world activities within the hospital. Microsoft Access was used to manage the database of blood collection, preparation, use, and expiration of blood. Waste management within the blood bank is

processed per the FIFO principle. Monte Carlo Simulation was used to prove the waste reduction concept in the blood bank and seek the optimal amount of blood reserve. It could be concluded that the blood bank should maintain, of the type A, B, AB, and O, 3-day PLT at 33, 43, 13, and 56 units daily, 7-day RBC at 100, 123, 31, and 177 units daily, and 10-day RBC at 143, 176, 44, and 253 units daily at all times respectively, which effectively reduced the amount of expired PLT by 87% and expired RBC by 100%.

Keywords

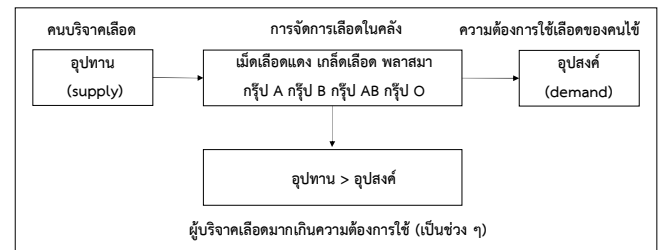
platelet; red blood cell; blood bank; monte carlo simulation

1. บทนำ

โรงพยาบาลสงขลานครินทร์เป็นโรงพยาบาลขนาด 853 เตียงให้บริการรักษาพยาบาลผู้ป่วยนอก ผู้ป่วยใน ผู้ป่วย อุบัติเหตุและฉุกเฉินในสาขาต่าง ๆ ได้แก่ เวชปฏิบัติทั่วไป สูติ นรีเวช ศัลยกรรม อายุรกรรม กุมารเวชกรรม ศัลยศาสตร์ ออร์โธปิดิกส์ กายภาพบำบัด ตา หูคอจมูกและจิตเวช ดังนั้นการบริการทางด้านการแพทย์ให้มีประสิทธิภาพจึงมีความสำคัญเลือดเป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีความสำคัญสำหรับการรักษาชีวิตผู้ป่วยที่เข้ามารักษาในโรงพยาบาล ปัจจุบันผู้บริจาคเลือดให้กับโรงพยาบาลในแต่ละวันมีจำนวนมากทำให้ในบางช่วงคลังเลือดมีเลือดมากเกินไปจนความต้องการใช้ บางวันที่มีการผ่าตัดน้อยเลือดที่อยู่ในคลังเลือดจะถูกใช้งานน้อย ทำให้มีเลือดในคลังมาก ซึ่งการเก็บสำรองเลือดเกินความจำเป็นนั้นถือเป็นการเพิ่มต้นทุนแต่ในวันที่มีการผ่าตัดหลายเคสเลือดที่อยู่ในคลังเลือดจะถูกใช้งานมากทำให้เลือดที่อยู่ในคลังไม่เพียงพอต่อการใช้งานและเป็นปัญหาสำหรับการสำรองเลือดของหน่วยงานคลังเลือดดังแสดงในรูปที่ 1 เลือดที่ได้จากผู้บริจาคเลือด 1 คนเรียกว่าโลหิตรวม (whole blood) เมื่อนำไปผ่านกระบวนการตรวจโรค 4 โรค ได้แก่ เชื้อไวรัสตับอักเสบบี เชื้อไวรัสตับอักเสพบี เชื้อเอชไอวีและเชื้อซิฟิลิสแล้วนำไปปั่นแยกและได้ 3 ส่วนประกอบหลักโดยแยกตามผลิตภัณฑ์ที่ได้มากที่สุด ได้แก่ เม็ดเลือดแดง (red blood cell) เกล็ดเลือด (platelet) และพลาสมา (plasma) [1] ตามลำดับ

ส่วนประกอบของเลือดมีอายุการใช้งานที่แตกต่างกัน เม็ดเลือดแดงมีอายุการใช้งาน 42 วัน เกล็ดเลือดมีอายุการใช้งาน 5 วัน และพลาสมามีอายุการใช้งาน 1 ปี ในปี พ.ศ. 2563 มีปริมาณเม็ดเลือดแดงหมดอายุเท่ากับ 971 ยูนิต มูลค่าความเสียหาย 977,140 บาท และปริมาณเกล็ดเลือดหมดอายุเท่ากับ 1,445 ยูนิต มูลค่าความเสียหาย 1,107,100 บาท ในส่วนของพลาสมาเป็นส่วนประกอบเลือดที่มีปริมาณทั้งต่ำ เนื่องจากมี

อายุการใช้งานนานและสามารถแยกส่วนประกอบของพลาสมาไปใช้งานได้ จากการเตรียมเลือดและการใช้เลือดของเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงมีปริมาณการเตรียมเลือดสูงกว่าปริมาณการใช้เลือดทำให้มีเลือดเก็บในคลังปริมาณมาก และเมื่อเลือดไม่ได้ถูกนำไปใช้งานทำให้เลือดหมดอายุและต้องนำไปทำลายทิ้ง การทำลายเลือดหมดอายุเป็นการเพิ่มต้นทุนเนื่องจากต้องนำเลือดหมดอายุเข้าสู่กระบวนการทางความร้อนเพื่อทำลายเชื้อแบคทีเรีย



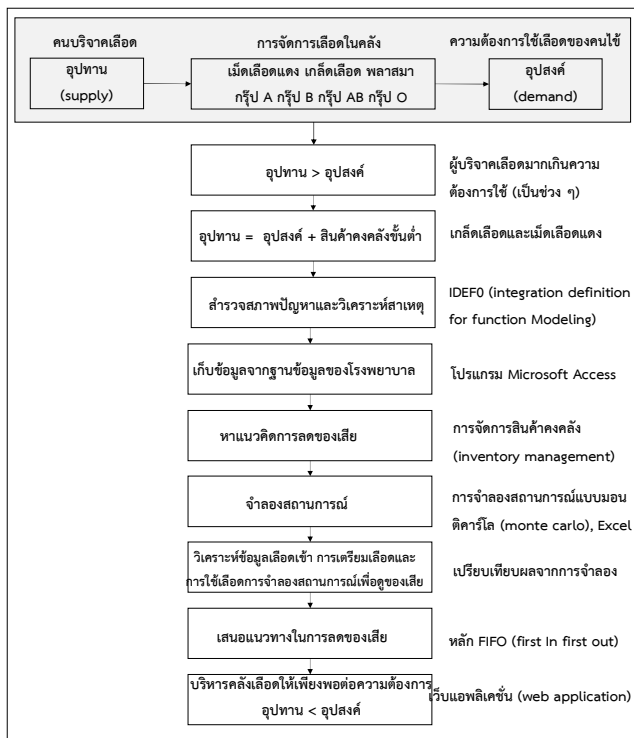
รูปที่ 1 อุปทานและอุปสงค์ของผลิตภัณฑ์ภายในหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต

จากการศึกษางานวิจัยด้านเวชศาสตร์บริการโลหิตพบว่าผู้ที่ศึกษาเกี่ยวข้องกับการลดของเสียภายในหน่วยคลังเลือด ได้แก่ ปาริชาติ เพิ่มพิกุล และคณะ [2] กัลยานี แสงสุข [3] ศรีวิไล ตระกูลเกษมสิริ [4] วรางคณา โสฬสลิขิต และ สุภาวดี ใจนันท์ [5] ได้รวบรวมข้อมูลการใช้เลือดและส่วนประกอบของเลือด การเก็บข้อมูลย้อนหลังแยกการใช้เลือดตามหมู่เลือดและส่วนประกอบของเลือด นำมาหาค่าเฉลี่ยความต้องการในแต่ละวัน คำนวณหาปริมาณเลือดและส่วนประกอบเลือดที่ควรมี โดยกำหนดให้เม็ดเลือดแดงและพลาสมาสดแช่แข็งมีปริมาณเพียงพอสำหรับการใช้ 7 วัน เกล็ดเลือดมีปริมาณเพียงพอสำหรับการใช้ 3 วัน และโครโอปริซิปีเตทมีปริมาณเพียงพอสำหรับการใช้สูงสุดต่อสัปดาห์และเพิ่มปริมาณสำหรับรองรับการใช้งานภาวะฉุกเฉินร้อยละ 10 รัตนา เทพศิริ [6] ศึกษาการ

ประเมินประสิทธิภาพการสำรองเลือดของธนาคารเลือด โรงพยาบาลตำรวจ รวบรวมข้อมูลการสำรองเม็ดเลือดแดง หมดอายุทั้งก่อนและหลังที่ได้กำหนดปริมาณการสำรองเลือด และจำนวนผู้ป่วยที่เลื่อนผ่าตัดมีสาเหตุเนื่องจากเลือดสำรองไม่เพียงพอของโรงพยาบาลเป็นระยะเวลา 4 เดือน ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโปรแกรมสำเร็จรูป (SPSS) วิไลพร ชูศรี และคณะ [7] ศึกษาแนวทางการเตรียมเลือดที่เหมาะสมสำหรับการผ่าตัดในผู้ป่วยประเภท Elective Surgery โรงพยาบาลกลาง ใช้วิธีการศึกษาข้อมูลผู้ป่วยผ่าตัด Elective Surgery ย้อนหลัง 1 ปี เก็บข้อมูลทั่วไปและการส่งจองเลือดของผู้ป่วย วิเคราะห์ข้อมูลดัชนีชี้วัด CT ratio, %T และ Ti อมรรัตน์ ร่มพุกษ์ และคณะ [8] ศึกษาผลการสำรองเลือดของคลังเลือดกลางเพื่อใช้ในโรงพยาบาลศรีนครินทร์และศูนย์หัวใจสิริกิติ์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือระยะเวลา 5 ปี ได้รวบรวมข้อมูลย้อนหลัง ปริมาณเลือดสำรองที่ควรมีในปี พ.ศ. 2556 ถึง 2560 รวบรวมข้อมูลสัปดาห์ละสองครั้ง ประกอบด้วยข้อมูลเลือดคงคลังและเลือดคงคลังที่มีอายุคงเหลือ 14 วันก่อนหมดอายุ Harshal Lowalekar & N. Ravichandran [9] ศึกษาการจัดการสินค้าคงคลังของธนาคารเลือดในอินเดียโดยเริ่มศึกษาสภาพปัจจุบันและสถานการณ์ธนาคารเลือดในปัจจุบันของประเทศอินเดียและวิเคราะห์ปัญหาการจัดการสินค้าคงคลังของธนาคารเลือดที่ซับซ้อน ระบุช่องว่างของปัญหาเกี่ยวกับคลังเลือดและสร้างแบบจำลองการจัดการสินค้าคงคลังสำหรับการใช้งานธนาคารเลือด Prastacos, G.P. [10] ศึกษาภาพรวมของทฤษฎีเกี่ยวกับเวชศาสตร์บริการโลหิต การทำงานของระบบจ่ายเลือด ขั้นตอนการจัดการเลือดใหม่ในระบบ และการดำเนินการสินค้าคงคลังธนาคารเลือดของโรงพยาบาลเกี่ยวกับการจัดเก็บและออกหน่วยเลือดที่เหมาะสมเพื่อตอบสนองความต้องการขอถ่ายเลือดของผู้ป่วยในแต่ละวัน มีเป้าหมายคือการลดต้นทุนและจัดตั้งสมาคมระดับภูมิภาคเพื่อการจัดการเลือดที่มากเกินความต้องการ ญัฎฐาทศญา เศรษฐโชติสมบัติ และ ประสิทธิ์ การนอก [11] ศึกษาวิธีลดต้นทุนสินค้าที่จัดเก็บในคลังสินค้าใช้รูปแบบการวิจัยแบบผสมระหว่างการวิจัยเชิงพัฒนา การวิจัยเชิงปริมาณและการวิจัยเชิงคุณภาพ เก็บรวบรวมข้อมูลการทดลอง การสัมภาษณ์และใช้แบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ผลการวิจัยพบว่าแบบบริหารพื้นที่คลังสินค้าด้วยแนวคิดเชิงบูรณาการช่วยลดต้นทุนสินค้าที่

จัดเก็บในคลังสินค้าจากเดิม 12,734 บาท ลดเหลือ 6,855 บาท ลดลง 5,879 บาท คิดเป็นร้อยละ 46.1 และการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจำลองสถานการณ์ ได้แก่ สุวรรณ พลภักดี และ นิภาส สันะธรรม [12] วิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลเพื่อจัดการอะไหล่สำหรับการบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมปิโตรเลียม เริ่มจากวิเคราะห์หาระดับความสำคัญของอะไหล่ด้วยการจัดกลุ่มอะไหล่แบบ ABC และศึกษาเฉพาะอะไหล่ที่อยู่ในกลุ่ม A คิดเป็นร้อยละ 80.34 ของข้อมูลอะไหล่ทั้งหมด ในงานวิจัยนี้กำหนดนโยบายสินค้าคงคลังเป็น 2 แบบ คือ (s,Q) และ (s,S) เนื่องจากลักษณะการตรวจสอบอะไหล่ของโรงงานเป็นแบบต่อเนื่องโดยการประยุกต์ใช้การจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล พบว่านโยบายที่ทำให้ปริมาณการสั่งซื้ออะไหล่ที่เหมาะสมที่สุดภายใต้ต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุดคือ นโยบายแบบ (s,S) จากนั้นนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับแผนการสั่งซื้อเดิมของโรงงานพบว่านโยบายแบบ (s,S) มีต้นทุนรวมเท่ากับ 75,394,160 บาทต่อปี และเดิมโรงงานมีต้นทุนรวมเท่ากับ 96,357,062 บาทต่อปี ดังนั้นผลที่ได้จากการใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลสามารถลดต้นทุนรวมของการจัดการอะไหล่ได้เท่ากับ 20,962,902 บาทต่อปี หรือลดลงร้อยละ 21.76 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยการลดปริมาณเลือดหมดอายุในด้านการนำข้อมูลที่มีสัดส่วนร้อยละมากที่สุดมาใช้ในการจำลองสถานการณ์ จากการศึกษางานวิจัยพบว่างานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรองเลือดที่เหมาะสมปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาหลักคือการบริหารคลังเลือดที่ดี โดยปริมาณการสำรองเลือดใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลย้อนหลังเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ควรมี แยกตามส่วนประกอบเลือด ได้แก่ เม็ดเลือดแดง เกล็ดเลือด พลาสมาและโครีโอพรีซิปีเตท แยกกรุ๊ปเลือดของแต่ละส่วนประกอบ การสำรองเลือดสำหรับใช้งานในแต่ละปีถูกกำหนดไว้ล่วงหน้าโดยการสำรองเม็ดเลือดแดงสำหรับใช้เพียงพอ 7 วัน ถึง 10 วัน เกล็ดเลือด 3 วัน พลาสมาและโครีโอพรีซิปีเตท 1 เดือน แม้ว่าในกลุ่มงานวิจัยจะมีผู้ที่เคยทำการวิจัยเกี่ยวกับด้านการจัดการและสำรองเลือดที่เหมาะสมภายในโรงพยาบาลแต่ยังไม่มีงานวิจัยใดที่เกี่ยวข้องและใกล้เคียงกับงานวิจัยเรื่องการลดของเสียภายในหน่วยคลังเลือด

งานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง แยกส่วนประกอบเลือดและกรุปเลือดระบบเอบีโอ (ABO) ที่มีอุปทานมากกว่าอุปสงค์ มีการออกแบบการวิจัย (conceptual framework) โดยเริ่มจากสำรวจสภาพปัจจุบันและวิเคราะห์สาเหตุ เก็บข้อมูลจากระบบการจัดการฐานข้อมูล หาแนวคิดในการลดของเสีย จำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล (monte carlo simulation) เพื่อวิเคราะห์ผลโดยนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบ นำเสนอแนวทางในการลดของเสียและบริหารคลังเลือดให้มีเลือดเพียงพอต่อความต้องการใช้ดังแสดงในรูปที่ 2 งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณเลือดหมดอายุและบริหารคลังเลือดให้มีเลือดเพียงพอต่อความต้องการใช้ ทำให้โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ทราบข้อมูลเกี่ยวกับการเตรียมเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานที่เพียงพอและปลอดภัยโดยไม่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุ



รูปที่ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 เลือด

เลือดเป็นของเหลวชนิดหนึ่งในร่างกายที่ไหลเวียนไปทั่วร่างกายของมนุษย์โดยอาศัยเส้นเลือดขนาดต่าง ๆ ประกอบด้วย น้ำเลือด เกล็ดเลือด เซลล์เม็ดเลือดแดงและ

เซลล์เม็ดเลือดขาว โดยงานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1.1 เกล็ดเลือด

เกล็ดเลือดเป็นส่วนประกอบที่มีอายุการใช้งานน้อยที่สุดหลังจากปั่นแยกส่วนประกอบเลือด เกล็ดเลือดมีอายุการใช้งาน 5 วัน การเก็บเกล็ดเลือดนานขึ้นจะมีความเสี่ยงต่อการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนทำให้ผู้ป่วยอาจได้รับการติดเชื้อและเกิดภาวะ septicemia [13] คือ การติดเชื้อแบคทีเรียในกระแสเลือดและกระจายไปทั่วร่างกาย โดยผู้ป่วยมักเกิดการติดเชื้อแบคทีเรียที่ส่วนใดส่วนหนึ่งก่อน จากนั้นแบคทีเรียจึงแทรกซึมเข้าสู่กระแสเลือดและก่อให้เกิดความผิดปกติแก่ร่างกาย เช่น มีการอักเสบ ลิ่มเลือดอุดตัน อวัยวะต่าง ๆ ล้มเหลว เป็นต้น ดังนั้นการเก็บเกล็ดเลือดต้องเก็บในตู้แช่อุณหภูมิต่ำ 20 ถึง 24 องศาเซลเซียสมีการเขย่าตลอดเวลา [14] เกล็ดเลือดแบ่งเป็นส่วนประกอบย่อยได้ 3 ชนิด คือ เกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม (platelet concentrates) เกล็ดเลือดที่เตรียมจากการรวม buffy coat และขจัดเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte poor pooled platelet concentrates) และเกล็ดเลือดที่เตรียมด้วยวิธีอะเฟอริซิซ (platelet apheresis)

2.1.2 เม็ดเลือดแดง

เม็ดเลือดแดงเป็นส่วนประกอบที่มีอายุการใช้งาน 42 วัน การเก็บรักษาอุณหภูมิในตู้เย็นเก็บเลือดโดยเฉพาะอุณหภูมิ 1 ถึง 6 องศาเซลเซียส ที่มีเครื่องแสดงอุณหภูมิและสัญญาณเตือนเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปจากช่วงที่กำหนด แบ่งส่วนประกอบย่อยได้ 3 ชนิด คือ เม็ดเลือดแดงอัดแน่น (packed red cell) เม็ดเลือดแดงเข้มข้นที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte poor packed red cell) และเม็ดเลือดแดงที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการกรอง (leukocyte depleted packed red cell)

2.2 IDEFO

IDEFO (integration definition for function modeling) หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการทำแผนผังกระบวนการแสดงกิจกรรมหรือวัสดุในโซ่อุปทานแสดงในรูปของปัจจัยนำเข้า (inputs) ตัวขับเคลื่อน (mechanisms) ตัวควบคุม (controls) และผลลัพธ์ (outputs)

2.3 Microsoft Access

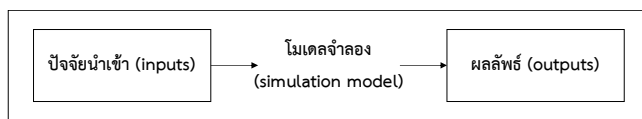
โปรแกรม Microsoft Access เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการจัดการระบบฐานข้อมูล (database management system) ขนาดใหญ่และมีจำนวนข้อมูลมาก จัดเก็บข้อมูลโดยการออกแบบเพื่อรองรับกับระบบการทำงานและเพื่อสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูลที่มี [15]

2.4 การจัดการสินค้าคงคลัง

การจัดการสินค้าคงคลังเป็นการเก็บทรัพยากรไว้ใช้ใน ปัจจุบันหรือในอนาคตเพื่อให้การดำเนินงานของกิจการดำเนินไปอย่างราบรื่นโดยผ่านกระบวนการวางแผนและการกำหนดปริมาณสินค้าคงคลังที่เหมาะสม [16]

2.5 การจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล

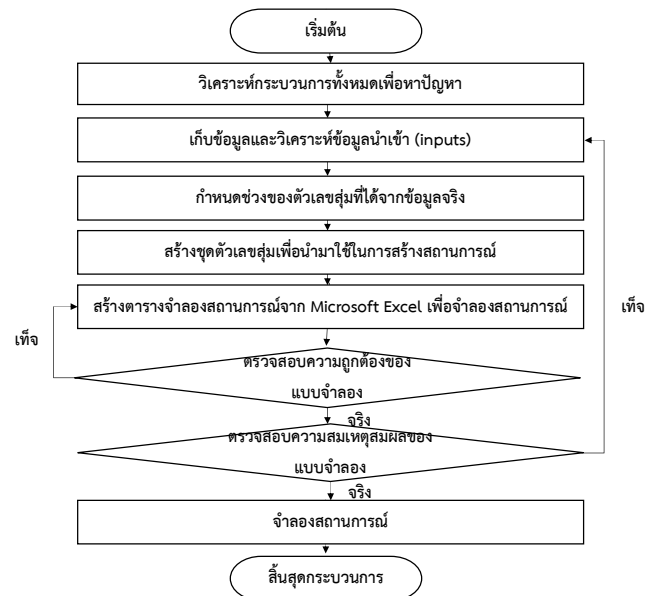
การจำลองสถานการณ์ (simulation) เป็นกระบวนการออกแบบการจำลอง (model) ของระบบจริง (real system) ดำเนินการทดลองเพื่อเรียนรู้พฤติกรรมของระบบการทำงาน ของงานจริงมีกลไกการทำงานดังแสดงในรูปที่ 3 และ วิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดลองก่อนการนำไปใช้แก้ไขปัญหา ในสถานการณ์จริงต่อไป



รูปที่ 3 การจำลองสถานการณ์

การจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลเป็นวิธีการเชิงปริมาณ (quantitative technique) ซึ่งสอดคล้องกับสภาพปัญหาของโรงงานที่มีความต้องการวัตถุดิบไม่คงที่ในการจัดส่งวัตถุดิบสู่โรงงานหลังจากมีการออกคำสั่งซื้อ สามารถประยุกต์ใช้กับระบบงานที่มีความไม่แน่นอนที่มีลักษณะปัญหาแบบ Stochastic [17] จากปัญหาด้านการมีสินค้าคงคลังมากเกินไปหรือสินค้าคงคลังขาดแคลนเนื่องจากความต้องการใช้ (demand) มีความไม่แน่นอน นำข้อมูลมาวิเคราะห์หาแนวทางการแก้ไขปัญหาด้านทางคณิตศาสตร์ (mathematical model) เพื่อกำหนดปริมาณความต้องการที่เหมาะสม ใช้วิธีการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล วิธีการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล คือ การใช้การสุ่มตัวอย่างจากข้อมูลจริงทำการสุ่มซ้ำ ๆ เพื่อสร้างข้อมูลที่จำลองตามตัวแบบ

คณิตศาสตร์ โดยตัวแบบนั้นได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เช่น การออกแบบการทดลอง (design and analysis of experiment) หรือ การวิเคราะห์การถดถอย (regression analysis) มีขั้นตอนการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล ดังแสดงในรูปที่ 4 วิธีการจำลองปัญหาจากการสุ่มตัวอย่างการเลียนแบบระบบงานจริง นำข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้เลือดแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรที่เกิดขึ้นในระบบงานจริงภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดขึ้นเป็นฐานในการสุ่มตัวอย่างจากตัวเลขเชิงสุ่ม (random number) หรือ ตัวแปร R เพื่อกำหนดช่วงของเลขสุ่ม เริ่มจากหาค่าความถี่ (f) ของข้อมูลเพื่อให้ได้เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ความน่าจะเป็นและความน่าจะเป็นสะสมเพื่อกำหนดเงื่อนไขเหตุการณ์ของตัวเลขสุ่ม

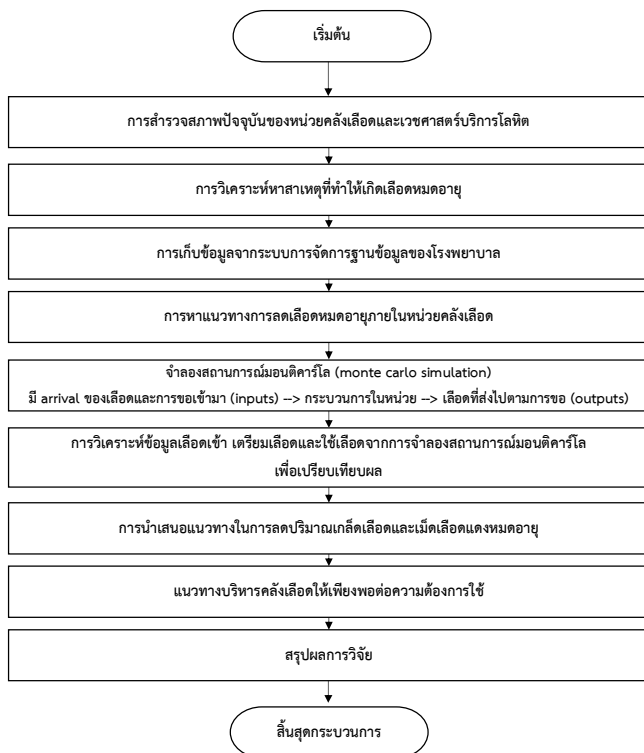


รูปที่ 4 ขั้นตอนการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

หน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตเป็นหน่วยงานที่อยู่ภายใต้การกำกับของภาคพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ทำหน้าที่รับบริจาคเลือดและปั่นแยกส่วนประกอบเลือดเพื่อนำไปใช้ในการรักษาผู้ป่วยที่เข้ามารักษาตัวภายในโรงพยาบาล งานวิจัยนี้ศึกษาการลดปริมาณเลือดหมดอายุของเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง โดยเริ่มการสำรวจสภาพปัจจุบันของหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต การวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดเลือด

หมดอายุใช้เครื่องมือ IDEF0 เพื่อแสดงกิจกรรมและทรัพยากรที่ใช้ในรูปแบบของปัจจัยนำเข้า ตัวขับเคลื่อน ตัวควบคุมและผลลัพธ์ เก็บข้อมูลจากระบบการจัดการฐานข้อมูลของโรงพยาบาล การหาแนวทางการลดของเสียภายในหน่วยคลังเลือดใช้หลักการ FIFO การจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลเพื่อพิสูจน์แนวคิดการลดของเสียในหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต การวิเคราะห์ข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้เลือดจากการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลเพื่อเปรียบเทียบผลการลดเลือดหมดอายุ การนำเสนอแนวทางในการลดปริมาณเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง แนวทางบริหารคลังเลือดให้เพียงพอต่อความต้องการใช้และสรุปผลการวิจัยดังแสดงในรูปที่ 5



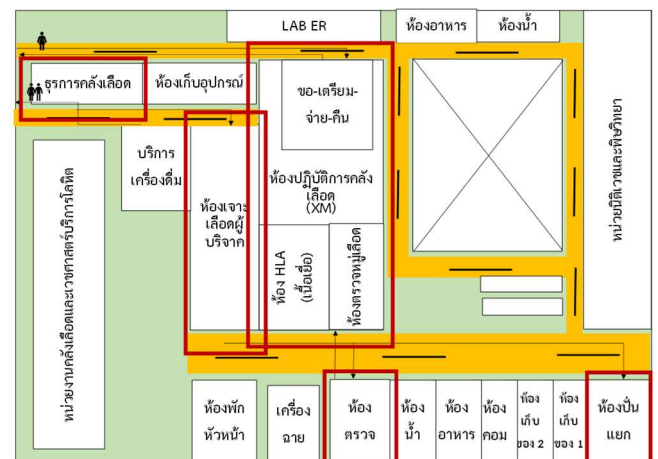
รูปที่ 5 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

4. ผลการวิจัย

4.1 สภาพปัจจุบันของหน่วยคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต

หน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตทำหน้าที่รับบริจาคเลือดและปั่นแยกส่วนประกอบเลือดเพื่อนำไปใช้ในการรักษาผู้ป่วยที่เข้ามารักษาตัวภายในโรงพยาบาล โดยมี

แผนผัง (layout) ภาพรวมของหน่วยงานคลังเลือดเมื่อมองด้านบน ดังแสดงในรูปที่ 6 จากการศึกษาสภาพการทำงานปัจจุบันของหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ งานรับบริจาคเลือดและห้องปฏิบัติการ ในส่วนของงานรับบริจาคเลือดทำหน้าที่รับบริจาคเลือดผู้ที่เข้ามาบริจาคเลือดให้กับโรงพยาบาลวันออกไปรับบริจาคเลือดภายนอกโรงพยาบาล ห้องปฏิบัติการทำหน้าที่ปั่นแยกส่วนประกอบเลือด ตรวจเชื้อโรค ตรวจจريبเลือดตรวจความเข้ากันได้และจ่ายเลือดให้กับผู้ป่วย ลักษณะการทำงานทั้ง 2 ส่วนดำเนินงานในแต่ละวันพร้อมกัน หน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตมี 5 ห้องที่ใช้ในการปฏิบัติงานจริง ได้แก่ ห้องธุรการคลังเลือดและลงทะเบียน ห้องเจาะเลือดผู้บริจาค ห้องปั่นแยกส่วนประกอบเลือด ห้องตรวจเชื้อ และห้องปฏิบัติการคลังเลือด

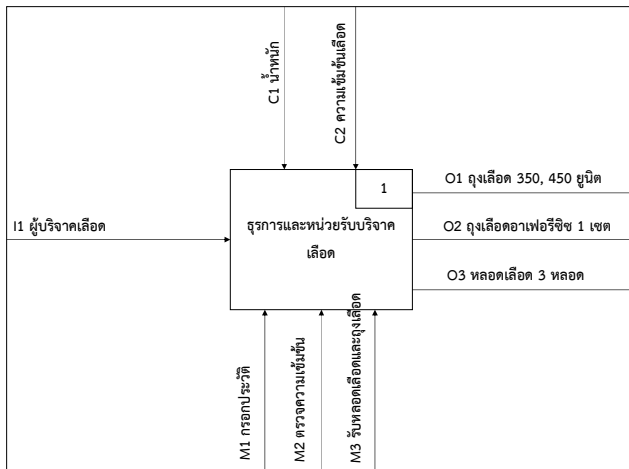


รูปที่ 6 แผนผังหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต [18]

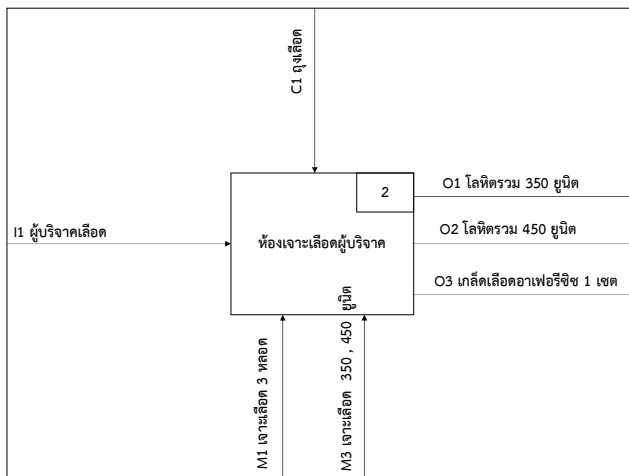
4.2 สาเหตุที่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุ

ลักษณะการทำงานของหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตทั้ง 5 ห้องแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกงานรับบริจาคโลหิตมีลักษณะการทำงานครอบคลุม 2 ห้อง ได้แก่ ห้องธุรการหน่วยบริจาคเลือดและห้องเจาะเลือดผู้บริจาค (ห้องที่ 1 และห้องที่ 2) ผลจากห้องที่ 1 ได้แก่ ถุงเลือดขนาด 350 และ 450 ยูนิต ถุงเลือดแบบอาเฟอริซิซchnerบริจาคเกล็ดเลือดแบบพิเศษ และหลอดเลือด 3 หลอด ได้แก่ หลอดเลือดสีเขียวกรณีตรวจจريبเลือด หลอดเลือดสีแดงตรวจเลือดระบบ NAT และหลอดเลือดสีเหลืองตรวจเลือดระบบ CMIA และผล

ที่ได้จากห้องที่ 2 ได้แก่ โลหิตรวม 350 ยูนิตรวม 450 ยูนิตรวม และเกล็ดเลือดอาเฟอร์ซิซ 1 เซต กระบวนการแสดงกิจกรรมหรือวัสดุในโซ่อุปทานของห้องที่ 1 และห้องที่ 2 เขียนเป็นแผนผังดังแสดงในรูปที่ 7 และรูปที่ 8



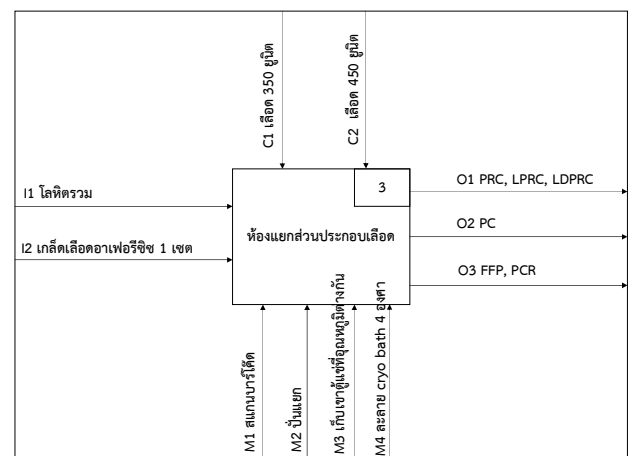
รูปที่ 7 การไหลของข้อมูลสารสนเทศและวัสดุในโซ่อุปทาน (ห้องที่ 1)



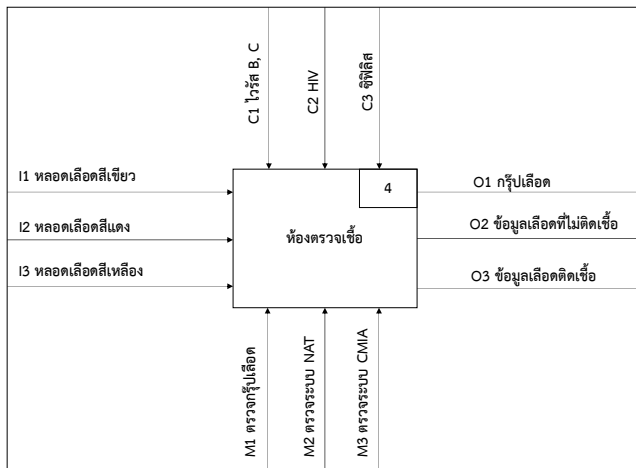
รูปที่ 8 การไหลของข้อมูลสารสนเทศและวัสดุในโซ่อุปทาน (ห้องที่ 2)

ส่วนที่สอง ได้แก่ ห้องแยกส่วนประกอบเลือด ห้องตรวจเชื้อและห้องปฏิบัติการ (ห้องที่ 3 ห้องที่ 4 และห้องที่ 5) ผลที่ได้จากห้องที่ 3 ได้แก่ เม็ดเลือดแดงอัดแน่น (packed red cell) เม็ดเลือดแดงเข้มข้นที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte poor packed red cell) เม็ดเลือดแดงที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการกรอง (leukocyte depleted packed red cell) เกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม (platelet concentrates) เกล็ดเลือดที่ขจัดเม็ดเลือดขาวด้วย

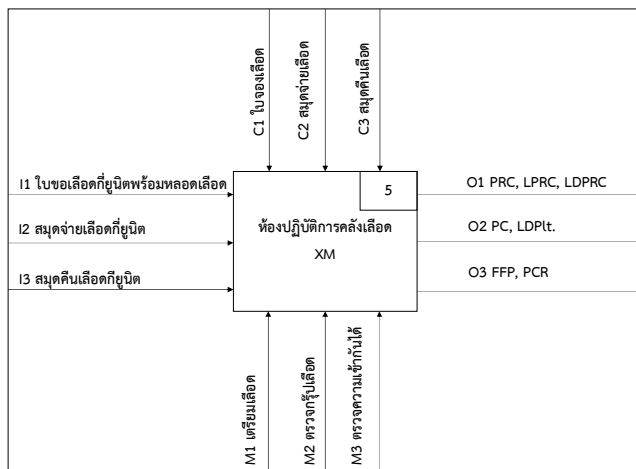
การปั่น (leukocyte depleted platelet concentrates) เกล็ดเลือดที่ได้จากการเจาะเก็บด้วยวิธีอาเฟอร์ซิซ (platelet apheresis) พลาสมาสดแช่แข็ง (fresh frozen plasma) พลาสมาที่แยกโครีโอปริซิปีเตท (plasma cryo reduced) และโครีโอปริซิปีเตท (cryo-precipitate) ผลที่ได้จากห้องที่ 4 ได้แก่ กรู๊ปเลือดกลุ่มตัวอย่าง ข้อมูลเลือดติดเชื้อและข้อมูลเลือดไม่ติดเชื้อ กรณเลือดไม่ติดเชื้อนำเลือดที่ได้จากห้องปั่นแยกส่วนประกอบเลือดเก็บไว้ในคลังเลือดหรือในตู้ที่ผ่านการตรวจเชื้อเพื่อรอการใช้งานต่อไปและผลที่ได้จากห้องที่ 5 ได้แก่ ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเลือด เม็ดเลือดแดงอัดแน่น (packed red cell) เม็ดเลือดแดงเข้มข้นที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte poor packed red cell) เม็ดเลือดแดงที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการกรอง (leukocyte depleted packed red cell) เกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม (platelet concentrates) เกล็ดเลือดที่ขจัดเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte depleted platelet concentrates) เกล็ดเลือดที่ได้จากการเจาะเก็บด้วยวิธีอาเฟอร์ซิซ (platelet apheresis) พลาสมาสดแช่แข็ง (fresh frozen plasma) พลาสมาที่แยกโครีโอปริซิปีเตท (plasma cryo reduced) และโครีโอปริซิปีเตท (cryo-precipitate) สามารถเขียนแผนผังในกระบวนการแสดงกิจกรรมหรือวัสดุในโซ่อุปทานของห้องที่ 3, 4 และ 5 ดังแสดงในรูปที่ 9, 10 และ 11



รูปที่ 9 การไหลของข้อมูลสารสนเทศและวัสดุในโซ่อุปทานของห้องปฏิบัติการ (ห้องที่ 3)

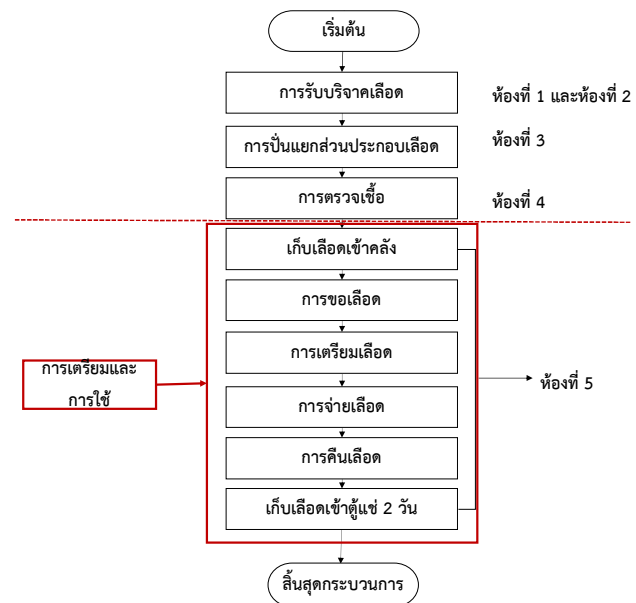


รูปที่ 10 การไหลของข้อมูลสารสนเทศและวัสดุในโซ่อุปทานของห้องปฏิบัติการ (ห้องที่ 4)



รูปที่ 11 การไหลของข้อมูลสารสนเทศและวัสดุในโซ่อุปทานของห้องปฏิบัติการ (ห้องที่ 5)

ผลจากการสำรวจสภาพปัญหาปัจจุบันของหน่วยคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต พบว่าจากกระบวนการทำงานทั้งหมดของหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตตั้งแต่กระบวนการรับบริจาคเลือดทำงานในห้องที่ 1 และห้องที่ 2 กระบวนการปั่นแยกส่วนประกอบเลือดทำงานในห้องที่ 3 กระบวนการตรวจเชื้อทำงานในห้องที่ 4 ไม่มีการสำรองเลือดภายในห้อง ดังนั้นปัญหาที่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุได้คือห้องปฏิบัติการคลังเลือดในห้องที่ 5 ที่มีการเก็บเลือดเข้าคลัง การขอเลือด การเตรียมเลือด การจ่ายเลือดและการคืนเลือด ดังแสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 12 แผนผังกระบวนการทำงานทั้งหมดของหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต [18]

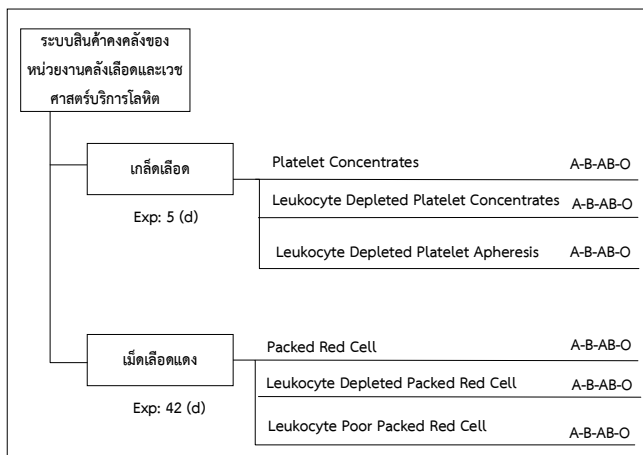
4.3 การเก็บข้อมูลจากระบบการจัดการฐานข้อมูลของโรงพยาบาล

การเก็บข้อมูลจากระบบการจัดการฐานข้อมูล (database management system) ของโรงพยาบาลเป็นการดึงข้อมูล การเตรียมเลือดและการใช้เลือด 2 ชนิด คือ เกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง แยกส่วนประกอบย่อยของแต่ละชนิด ใช้โปรแกรม Microsoft Access ในการจัดการระบบฐานข้อมูล ด้วยวิธีการดึงข้อมูล (query design) การเตรียมเลือด (XM) และการใช้เลือด (XM-use) ตามเงื่อนไข (condition) ที่ต้องการ ได้แก่ ส่วนประกอบเลือด วันที่และกรุปเลือดระบบเอ บีโอในการเก็บข้อมูลการเตรียมเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง การใช้เกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงและเลือดที่ได้รับจากผู้บริจาค

4.4 แนวคิดการลดของเสียภายในหน่วยคลังเลือด

แนวคิดการลดของเสียภายในหน่วยคลังเลือดเพื่อใช้ในการคำนวณและกำหนดเงื่อนไขการสำรองเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงที่เหมาะสม ดำเนินการเช่นเดียวกับกระบวนการทำงานของห้องปฏิบัติการใช้หลักการหมุนเวียนเข้าออก FIFO คือผลิตภัณฑ์ใดเข้าคลังเลือดก่อนหมุนเวียนออกไปก่อนเพื่อลดความเสี่ยงจากการจัดเก็บเป็นเวลานาน ในขั้นตอนนี้หาแนวคิดการลดของเสียภายในหน่วยคลังเลือดจากผลิตภัณฑ์ภายใน

หน่วยงานคลังเลือดก่อนและแยกส่วนประกอบเลือดที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง แยกส่วนประกอบย่อยของเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง เกล็ดเลือดแบ่งเป็นส่วนประกอบย่อยได้ 3 ชนิด คือ เกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม (platelet concentrates) เกล็ดเลือดที่เตรียมจากการรวม buffy coat และขจัดเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte poor pooled platelet concentrates) และเกล็ดเลือดที่เตรียมด้วยวิธีอะเฟอริซิส (platelet apheresis) และเม็ดเลือดแดงแบ่งเป็นส่วนประกอบย่อยได้ 3 ชนิด คือ เม็ดเลือดแดงอัดแน่น (packed red cell) เม็ดเลือดแดงเข้มข้นที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte poor packed red cell) และเม็ดเลือดแดงที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการกรอง (leukocyte depleted packed red cell) ส่วนประกอบเลือดแบ่งกรุ๊ปเลือดระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ กรุ๊ปบี กรุ๊ปเอบีและกรุ๊ปโอ ดังแสดงในรูปที่ 13 ตามอายุการใช้งานของเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง คือ 5 วัน และ 42 วัน ตามลำดับ



รูปที่ 13 เลือดและส่วนประกอบเลือดของหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต

4.5 การจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล

การนำแนวทางการจัดการเลือดเพื่อลดของเสียแบบ FIFO จำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล (monte carlo simulation) เพื่อแก้ปัญหาการมีเลือดในคลังที่มากเกินไปในช่วง ๆ หรือบางครั้งประสบปัญหาเลือดขาดแคลนเนื่องจากความต้องการ (demand) ไม่แน่นอนมีการเปลี่ยนแปลงตามความต้องการใช้ของแพทย์ วิธีการจำลองปัญหาจากการสุ่ม

ตัวอย่างการเลียนแบบระบบงานจริง โมเดลจำลอง (simulation model) ที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้าและผลลัพธ์ดังแสดงในรูปที่ 14

มี arrival ของเลือดและการขอเข้ามา (inputs) -> กระบวนการในหน่วย -> เลือกที่ส่งไปตามการขอ (outputs)

รูปที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้าและผลลัพธ์

การจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลโดยการนำข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้เลือดแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรที่เกิดขึ้นในระบบงานจริงภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดขึ้นเป็นฐานในการสุ่มตัวอย่างจากตัวเลขเชิงสุ่ม (random number) หรือตัวแปร R เพื่อกำหนดช่วงของเลขสุ่มเริ่มจากหาค่าความถี่ (f) ของข้อมูลเพื่อให้ได้เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ความน่าจะเป็นและความน่าจะเป็นสะสมเพื่อกำหนดเงื่อนไขเหตุการณ์ของตัวเลขสุ่มของส่วนประกอบเลือด เมื่อสร้างเงื่อนไขของตัวเลขสุ่มแล้ว สร้างชุดตัวเลขสุ่มเพื่อใช้ในการกำหนดเลือดเข้า การเตรียมเลือด การใช้เลือดเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ การสร้างเลขสุ่มจากโปรแกรม Microsoft Excel ด้วยคำสั่ง =Rand () โดยการสร้างตารางจากแนวคิดการลดของเสียภายในหน่วยงานคลังเลือด นำข้อมูลที่ได้จากการสุ่มที่ตรงกับเงื่อนไขของเหตุการณ์หรือช่วงของเลขสุ่มเพื่อให้ได้ผล คือ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในระบบภายใต้ค่าความน่าจะเป็นมีหน่วยเป็นยูนิต มาพิจารณาว่าตลอดระยะเวลา 31 วัน จากการสุ่มซ้ำ ๆ 3 ครั้ง เพื่อตรวจสอบของเสียที่เกิดขึ้นในระบบหรือไม่ โดยจำลองสถานการณ์เกล็ดเลือดที่มีสัดส่วนการเตรียมมากที่สุดคือ เกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม (platelet concentrates) มีการเตรียมมากร้อยละ 72 และเม็ดเลือดแดงมีสัดส่วนการเตรียมมากที่สุดคือเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (packed red cell) มีการเตรียมมากร้อยละ 73 และทั้งสองส่วนประกอบเลือดนำมาจำลองสถานการณ์เฉพาะกรุ๊ปเลือดโอเนื่องจากเป็นกรุ๊ปเลือดที่พบมากที่สุดของคนไทยคือร้อยละ 37.5 เมื่อเทียบกับกรุ๊ปเลือดอื่น ๆ การสร้างเลขสุ่มจากโปรแกรม Microsoft Excel มีการสุ่มตัวเลขตั้งแต่ 0 ถึง 1 โดยนำค่าที่ได้มาใช้ในการรันข้อมูลเพื่อพิสูจน์แนวคิดการลดของเสียตามแนวทาง FIFO การสร้างตารางการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลจากโปรแกรม

Microsoft Excel การสร้างฐานข้อมูลตัวแทนเหตุการณ์และเงื่อนไขช่วงของเลขสุ่มข้อมูลที่ได้จากการสุ่มด้วยคำสั่ง =Rand () ของเลือดเข้าจะไม่พิจารณาเงื่อนไขหรือช่วงของตัวเลขสุ่มที่เป็น 0 เขียนตัวแทนเหตุการณ์และเงื่อนไขช่วงของตัวเลขสุ่ม PC-O ดังแสดงในตารางที่ 1 เหตุการณ์และเงื่อนไขช่วงของตัวเลขสุ่ม PRC-O ดังแสดงในตารางที่ 2 เนื่องจากหน่วยงานคลังเลือดไม่รับบริจาคเลือดเฉพาะวันเสาร์ดังนั้นการสุ่มด้วยคำสั่ง =Rand () กำหนดค่าเฉพาะวันเสาร์หมายความว่าเมื่อทุก ๆ วันเสาร์สุ่มได้ค่าอะไรก็แล้วแต่ให้แสดงเหตุการณ์เท่ากับ 0 เท่านั้นโดยการใช้คำสั่ง=IF(B2=6,0,LOOKUP (lookup_value, table_array, col_index_num, range_lookup) เพื่อไม่ให้เกิดสถานการณ์เลือดไม่เข้าติดต่อกัน สุ่มการเตรียมเลือดและการใช้เลือดโดยใช้ชุดคำสั่ง VLOOKUP (lookup_value, table_array, col_index_num, range_lookup) เพื่อแสดงตัวแทนของเหตุการณ์นั้น ๆ และนำค่าที่ได้จากเหตุการณ์ไปใช้ในการรันข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 3 และตารางที่ 4 เพื่อให้ได้ผลลัพธ์

ตารางที่ 1 ฐานข้อมูลของตัวแทนเหตุการณ์และเงื่อนไขช่วงของตัวเลขสุ่ม PC-O เลือดเข้าไม่พิจารณาเหตุการณ์ที่เป็น 0

ฐานข้อมูล					
ช่วงของตัวเลขสุ่ม (เลือดเข้า)	เลือดเข้า PC-O	ช่วงของตัวเลขสุ่ม (การเตรียม)	การเตรียม PC-O	ช่วงของตัวเลขสุ่ม (การใช้)	การใช้ PC-O
R≤0.080	10	R≤0.032	0	R≤0.065	0
0.080<R≤0.120	13	0.032<R≤0.387	6	0.065<R≤0.484	6
0.120<R≤0.160	14	0.387<R≤0.419	8	0.484<R≤0.678	12
0.160<R≤0.240	15	0.419<R≤0.451	10	0.678<R≤0.710	16
0.240<R≤0.280	16	0.451<R≤0.645	12	0.710<R≤0.742	17
0.280<R≤0.320	17	0.645<R≤0.677	16	0.742<R≤0.807	18
0.320<R≤0.360	18	0.677<R≤0.709	17	0.807<R≤0.839	20
0.360<R≤0.440	20	0.709<R≤0.774	18	0.839<R≤0.871	24
0.440<R≤0.480	21	0.774<R≤0.806	20	0.871<R≤0.904	29
0.480<R≤0.520	22	0.806<R≤0.871	24	0.904<R≤0.936	30
0.520<R≤0.600	24	0.871<R≤0.903	29	0.936<R≤0.968	36
0.600<R≤0.720	25	0.903<R≤0.935	30	0.968<R	54
0.720<R≤0.760	27	0.935<R≤0.967	36		
0.760<R≤0.800	31	0.967<R	54		
0.800<R≤0.840	32				
0.840<R≤0.880	36				
0.880<R≤0.920	39				
0.920<R≤0.960	50				
0.960<R	52				

ตารางที่ 2 ฐานข้อมูลของตัวแทนเหตุการณ์และเงื่อนไขช่วงของตัวเลขสุ่ม PRC-O เลือดเข้าไม่พิจารณาเหตุการณ์ที่เป็น 0

ฐานข้อมูล					
ช่วงของตัวเลขสุ่ม (เลือดเข้า)	PRC-O	ช่วงของตัวเลขสุ่ม (การเตรียม)	การเตรียม PRC-O	ช่วงของตัวเลขสุ่ม (การใช้)	การใช้ PRC-O
R≤0.040	9	<R≤0.032	13	<R≤0.032	3
0.040<R≤0.160	10	0.032<R≤0.064	15	0.032<R≤0.064	4
0.160<R≤0.200	11	0.064<R≤0.097	16	0.064<R≤0.097	5
0.200<R≤0.280	12	0.097<R≤0.129	17	0.097<R≤0.129	6
0.280<R≤0.320	13	0.129<R≤0.193	22	0.129<R≤0.193	7
0.320<R≤0.360	14	0.193<R≤0.226	23	0.193<R≤0.226	8
0.360<R≤0.400	18	0.226<R≤0.290	24	0.226<R≤0.322	9
0.400<R≤0.440	19	0.290<R≤0.322	25	0.322<R≤0.355	10
0.440<R≤0.480	20	0.322<R≤0.355	26	0.355<R≤0.419	11
0.480<R≤0.520	23	0.355<R≤0.387	28	0.419<R≤0.548	12
0.520<R≤0.560	24	0.387<R≤0.548	29	0.548<R≤0.580	13
0.560<R≤0.640	26	0.548<R≤0.645	31	0.580<R≤0.645	14
0.640<R≤0.680	28	0.645<R≤0.709	32	0.645<R≤0.677	15
0.680<R≤0.720	29	0.709<R≤0.742	33	0.677<R≤0.709	16
0.720<R≤0.840	30	0.742<R≤0.774	39	0.709<R≤0.742	18
0.840<R≤0.880	37	0.774<R≤0.806	44	0.742<R≤0.806	19
0.880<R≤0.920	48	0.806<R≤0.838	49	0.806<R≤0.871	20
0.920<R≤0.960	55	0.838<R≤0.871	50	0.871<R≤0.903	21
0.960<R	58	0.871<R≤0.935	51	0.903<R≤0.935	24
		0.835<R≤0.967	59	0.935<R≤0.967	26
		0.967<R	64	0.967<R	29

ตารางที่ 3 เหตุการณ์ที่ได้จากการสุ่มของ PC-O

วันที่	เลือดเข้า PC-O			การเตรียม PC-O			การใช้ PC-O		
	=RAND	ช่วงเงื่อนไข	ผลลัพธ์	=RAND	ช่วงเงื่อนไข	ผลลัพธ์	=RAND	ช่วงเงื่อนไข	ผลลัพธ์
1	0.039	R≤0.080	10	0.061	0.032<R≤0.387	6	0.247	0.065<R≤0.484	6
2	0.549	0.520<R≤0.600	24	0.768	0.709<R≤0.774	18	0.59	0.484<R≤0.678	12
3	0.888	0.880<R≤0.920	39	0.418	0.387<R≤0.419	8	0.267	0.065<R≤0.484	6
4	0.864	0.840<R≤0.880	36	0.353	0.032<R≤0.387	6	0.636	0.484<R≤0.678	12
5	0.805	0.800<R≤0.840	32	0.43	0.419<R≤0.451	10	0.178	0.065<R≤0.484	6
6	0.141	0.080<R≤0.120	13	0.944	0.935<R≤0.967	36	0.518	0.484<R≤0.678	12
7	0.668	0.600<R≤0.720	25	0.212	0.032<R≤0.387	6	0.151	0.065<R≤0.484	6
8	0.804	0.800<R≤0.840	32	0.708	0.677<R≤0.709	17	0.036	R≤0.065	0
9	0.902	0.880<R≤0.920	39	0.002	R≤0.032	0	0.718	0.710<R≤0.742	17
10	0.637	0.600<R≤0.720	25	0.348	0.032<R≤0.387	6	0.052	R≤0.065	0
11	0.64	0.600<R≤0.720	25	0.211	0.032<R≤0.387	6	0.27	0.065<R≤0.484	6
12	0.797	0.760<R≤0.800	31	0.621	0.451<R≤0.645	12	0.659	0.484<R≤0.678	12
13	0.723	0.080<R≤0.120	13	0.582	0.451<R≤0.645	12	0.984	0.968<R	54
14	0.464	0.440<R≤0.480	21	0.365	0.032<R≤0.387	6	0.503	0.484<R≤0.678	12
15	0.37	0.360<R≤0.440	20	0.806	0.032<R≤0.387	24	0.933	0.904<R≤0.936	30
16	0.821	0.800<R≤0.840	32	0.293	0.032<R≤0.387	6	0.947	0.936<R≤0.968	36
17	0.185	0.160<R≤0.240	15	0.334	0.032<R≤0.387	6	0.774	0.742<R≤0.807	18
18	0.096	0.080<R≤0.120	13	0.258	0.032<R≤0.387	6	0.213	0.065<R≤0.484	6
19	0.024	R≤0.080	10	0.293	0.032<R≤0.387	6	0.329	0.065<R≤0.484	6
20	0.149	0.440<R≤0.480	21	0.251	0.032<R≤0.387	6	0.582	0.484<R≤0.678	12
21	0.259	0.240<R≤0.280	16	0.149	0.032<R≤0.387	6	0.29	0.065<R≤0.484	6
22	0.876	0.840<R≤0.880	36	0.14	0.032<R≤0.387	6	0.06	R≤0.065	0
23	0.897	0.880<R≤0.920	39	0.888	0.871<R≤0.903	29	0.359	0.065<R≤0.484	6
24	0.201	0.160<R≤0.240	15	0.458	0.451<R≤0.645	12	0.392	0.065<R≤0.484	6
25	0.126	0.120<R≤0.160	14	0.872	0.871<R≤0.903	29	0.778	0.742<R≤0.807	18
26	0.771	0.600<R≤0.720	25	0.345	0.032<R≤0.387	6	0.921	0.904<R≤0.936	30
27	0.794	0.440<R≤0.480	21	0.197	0.032<R≤0.387	6	0.465	0.065<R≤0.484	6
28	0.899	0.880<R≤0.920	39	0.925	0.903<R≤0.935	30	0.618	0.484<R≤0.678	12
29	0.545	0.520<R≤0.600	24	0.257	0.032<R≤0.387	6	0.143	0.065<R≤0.484	6
30	0.214	0.160<R≤0.240	15	0.64	0.451<R≤0.645	12	0.619	0.484<R≤0.678	12
31	0.023	R≤0.080	10	0.708	0.709<R≤0.774	18	0.78	0.742<R≤0.807	18

ตารางที่ 4 เหตุการณ์ที่ได้จากการสุ่มของ PRC-O

วันที่	เลือดเข้า PRC-O			การเตรียม PRC-O			การใช้ PRC-O		
	=RAND	ช่วงเลือก	ผลลัพธ์	=RAND	ช่วงเลือก	ผลลัพธ์	=RAND	ช่วงเลือก	ผลลัพธ์
1	0.679	0.680<R<0.720	29	0.163	0.129<R<0.193	22	0.831	0.806<R<0.871	20
2	0.089	0.040<R<0.160	10	0.544	0.387<R<0.548	29	0.772	0.742<R<0.806	19
3	0.87	0.840<R<0.880	37	0.205	0.193<R<0.226	23	0.847	0.806<R<0.871	20
4	0.774	0.720<R<0.840	30	0.319	0.290<R<0.322	25	0.882	0.871<R<0.903	21
5	0.851	0.840<R<0.880	37	0.742	0.742<R<0.774	39	0.404	0.355<R<0.419	11
6	0.084	0.040<R<0.160	10	0.532	0.387<R<0.548	29	0.439	0.419<R<0.548	12
7	0.19	0.160<R<0.200	11	0	<R<0.032	13	0.859	0.806<R<0.871	20
8	0.574	0.560<R<0.640	26	0.118	0.097<R<0.129	17	0.516	0.419<R<0.548	12
9	0.003	R<0.040	9	0.819	0.806<R<0.838	49	0.541	0.419<R<0.548	12
10	0.793	0.720<R<0.840	30	0.758	0.742<R<0.774	39	0.649	0.645<R<0.677	15
11	0.947	0.920<R<0.960	55	0.962	0.835<R<0.967	59	0.788	0.742<R<0.806	19
12	0.635	0.560<R<0.640	26	0.606	0.548<R<0.645	31	0.747	0.742<R<0.806	19
13	0.084	0.040<R<0.160	10	0.4	0.387<R<0.548	29	0.387	0.355<R<0.419	11
14	0.734	0.720<R<0.840	30	0.548	0.548<R<0.645	31	0.648	0.645<R<0.677	15
15	0.264	0.200<R<0.280	12	0.709	0.709<R<0.742	33	0.546	0.419<R<0.548	12
16	0.095	0.040<R<0.160	10	0.631	0.548<R<0.645	31	0.88	0.871<R<0.903	21
17	0.084	0.040<R<0.160	10	0.663	0.645<R<0.709	32	0.859	0.806<R<0.871	20
18	0.925	0.920<R<0.960	55	0.861	0.838<R<0.871	50	0.886	0.871<R<0.903	21
19	0.935	0.920<R<0.960	55	0.445	0.387<R<0.548	29	0.283	0.226<R<0.322	9
20	0.084	0.040<R<0.160	10	0.22	0.193<R<0.226	23	0.097	0.097<R<0.129	6
21	0.709	R<0.040	9	0.806	0.806<R<0.838	49	0.926	0.903<R<0.935	24
22	0.47	0.440<R<0.480	20	0.196	0.193<R<0.226	23	0.546	0.419<R<0.548	12
23	0.054	0.040<R<0.160	10	0.195	0.193<R<0.226	23	0.832	0.806<R<0.871	20
24	0.227	0.200<R<0.280	12	0.912	0.871<R<0.935	51	0.873	0.871<R<0.903	21
25	0.481	0.480<R<0.520	23	0.431	0.387<R<0.548	29	0.703	0.677<R<0.709	16
26	0.626	0.560<R<0.640	26	0.034	0.032<R<0.064	15	0.354	0.355<R<0.419	11
27	0.084	0.040<R<0.160	10	0.871	0.871<R<0.935	51	0.938	0.935<R<0.967	26
28	0.798	0.720<R<0.840	30	0.681	0.645<R<0.709	32	0.98	0.967<R	29
29	0.829	0.720<R<0.840	30	0.246	0.226<R<0.290	24	0.879	0.871<R<0.903	21
30	0.218	0.200<R<0.280	12	0.46	0.387<R<0.548	29	0.254	0.226<R<0.322	9
31	0.169	0.160<R<0.200	11	0.689	0.645<R<0.709	32	0.688	0.677<R<0.709	16

4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้เลือดจากการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลเพื่อเปรียบเทียบผล

ผลจากการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล โดยการสร้างเลขสุ่มจากโปรแกรม Microsoft Excel นำค่าที่ได้สร้างตารางเงื่อนไขเพื่อให้ได้ค่าเลือดเข้า การเตรียมเลือด การใช้เลือดที่เกิดจากการสุ่มเป็นตัวแทนของเหตุการณ์นั้น ๆ และนำผลที่ได้จากชุดคำสั่ง VLOOKUP มาใช้ในการรันข้อมูลตามหลักการหมุนเวียนเข้าออก FIFO เพื่อดูว่ามีของเสียเกิดขึ้นในระบบหรือไม่จะเห็นได้ว่าถ้าหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตใช้หลักการหมุนเวียนเข้าออก FIFO สามารถลดเกล็ดเลือดหมดอายุในปี พ.ศ. 2564 ได้ 1,566 ยูนิตต่อปี มูลค่าความเสียหาย 720,360 บาทต่อปี ดังแสดงในตารางที่ 5 แสดงวิธีการคำนวณเกล็ดเลือดชนิด PC-A หลังการปรับปรุงได้ดังต่อไปนี้

หลังปรับปรุง (เกล็ดเลือด PC 1 ยูนิต เท่ากับ 460 บาท)

เกล็ดเลือดหมดอายุเท่ากับ 1 ยูนิต/เดือน

เปรียบเทียบเกล็ดเลือดทั้งปี 31 วัน = 1 ยูนิต/เดือน

$$365 \text{ วัน} = \frac{1 \times 365}{31} = 12 \text{ ยูนิต/ปี}$$

ความเสียหาย PC-A 12x460 = 5,520 บาท/ปี

ลดเกล็ดเลือดหมดอายุ PC-A 212-12 = 200 ยูนิต/ปี

คิดเป็นจำนวนเงิน 97,520-5,520 = 92,000 บาท/ปี

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบการลดเกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม กรู๊ปเลือดระบบเอบีโอหมดอายุตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 มกราคม พ.ศ. 2564

เกล็ดเลือด	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง		สามารถลดของเสีย	
	เกล็ดเลือดหมดอายุ	มูลค่าความเสียหาย	เกล็ดเลือดหมดอายุ	มูลค่าความเสียหาย	เกล็ดเลือดหมดอายุ	มูลค่าความเสียหาย
	(ยูนิต/ปี)	(บาท/ปี)	(ยูนิต/ปี)	(บาท/ปี)	(ยูนิต/ปี)	(บาท/ปี)
PC-A	212	97,520	12	5,520	200	92,000
PC-B	59	27,140	12	5,520	47	21,620
PC-AB	177	81,420	35	16,100	142	65,320
PC-O	1,295	595,700	118	54,280	1,177	541,420
รวม	1,743	801,780	177	81,420	1,566	720,360

การลดปริมาณเม็ดเลือดแดงหมดอายุในปี พ.ศ. 2564 สามารถลดได้ 305 ยูนิตต่อปี มูลค่าความเสียหาย 286,700 บาทต่อปี ดังแสดงในตารางที่ 6 แสดงวิธีการคำนวณเม็ดเลือดแดงชนิด PRC-A หลังการปรับปรุงได้ดังต่อไปนี้

หลังปรับปรุง (เม็ดเลือดแดง PRC 1 ยูนิต เท่ากับ 940 บาท)

เม็ดเลือดแดงหมดอายุเท่ากับ 0 ยูนิต/เดือน

เปรียบเทียบเม็ดเลือดแดงทั้งปี 31 วัน = 0 ยูนิต/เดือน

$$365 \text{ วัน} = \frac{0 \times 365}{31} = 0 \text{ ยูนิต/ปี}$$

ความเสียหาย PRC-A 0x940 = 0 บาท/ปี

ลดเม็ดเลือดแดงหมดอายุ PRC-A 35-0 = 35 ยูนิต/ปี

คิดเป็นจำนวนเงิน 32,900-0 = 32,900 บาท/ปี

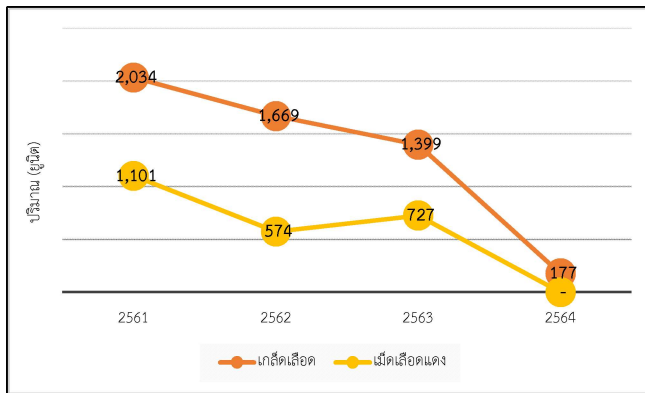
การลดปริมาณเกล็ดเลือดหมดอายุจากปี พ.ศ. 2563 สามารถลดได้ 1,222 ยูนิตต่อปี คิดเป็นจำนวนเงิน 562,120 บาทต่อปี และลดปริมาณเม็ดเลือดแดงหมดอายุ 727 ยูนิตต่อปี คิดเป็นจำนวนเงิน 683,380 บาทต่อปี ดังแสดงในตารางที่ 7 และรูปที่ 15

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบการลดเม็ดเลือดแดงอัดแน่นกรุปเลือดระบบเอ บีโอหมดอายุตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 มกราคม พ.ศ. 2564

เม็ดเลือดแดง	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง		สามารถลดของเสีย	
	เม็ดเลือดแดงหมดอายุ	มูลค่าความเสียหาย	เม็ดเลือดแดงหมดอายุ	มูลค่าความเสียหาย	เม็ดเลือดแดงหมดอายุ	มูลค่าความเสียหาย
	(ยูนิต/ปี)	(บาท/ปี)	(ยูนิต/ปี)	(บาท/ปี)	(ยูนิต/ปี)	(บาท/ปี)
PRC-A	35	32,900	-	-	35	32,900
PRC-B	188	176,720	-	-	188	176,720
PRC-AB	-	-	-	-	-	-
PRC-O	82	77,080	-	-	82	77,080
จำนวน	305	286,700	0	0	305	286,700

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 ถึง 2564

ผลิตภัณฑ์	2561 (ยูนิต/ปี)	2562 (ยูนิต/ปี)	2563 (ยูนิต/ปี)	2564 (ยูนิต/ปี)	สามารถลดของเสีย	
					ยูนิต/ปี	บาท/ปี
เกล็ดเลือด	2,034	1,669	1,399	177	1,222	562,120
เม็ดเลือดแดง	1,101	574	727	0	727	683,380



รูปที่ 15 ปริมาณเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 ถึง 2564

4.7 แนวทางในการลดปริมาณเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง

การเสนอแนวทางการลดของเสียกับหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตโดยใช้แนวคิดแบบ FIFO ทำให้เกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงภายในหน่วยงานคลังเลือดไม่เกิดของเสียตามขั้นตอนการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล ดังหัวข้อที่ 4.6 ดังนั้นการจำลองสถานการณ์จึงมีความจำเป็นเนื่องจากสามารถเลียนแบบระบบงานจริงภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดขึ้น โดยค่าที่ได้นำมาใช้ในการรันข้อมูลไม่พบของเสียใน

ระบบ เนื่องจากทางหน่วยงานคลังเลือดไม่สามารถควบคุมอุปทาน (supply) เลือดที่เข้ามาในแต่ละวันได้ ดังนั้นจึงต้องมีการบริหารคลังเลือดโดยการนำแนวคิดนี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ต้องมีการบริหารเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงแต่ละชนิดของระบบเอบีโอเพื่อใช้ในการบริหารคลังเลือดให้เม็ดเลือดเพียงพอต่อความต้องการใช้ ถ้ามีเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงมากเกินไปความต้องการใช้คือ มีจำนวนในคลังเลือดมากกว่าค่าที่ใช้สูงสุด (maximum) ควรปล่อยเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงออกไปยังโรงพยาบาลต่าง ๆ ที่ขาดแคลนทันทีเพื่อไม่ให้เกิดเลือดหมดอายุ อีกทั้งการปล่อยเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงไม่ถือเป็นการสูญเสียเนื่องจากการปล่อยเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงไปยังโรงพยาบาลต่าง ๆ นั้นทำให้หน่วยงานคลังเลือดได้ทุนคืนที่ได้จากกระบวนการรับบริจาคเลือดและปั่นแยกส่วนประกอบเลือดซึ่งเป็นกระบวนการที่มีต้นทุนและความแตกต่างของเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงหมดอายุที่ใช้งานไม่ได้ถือเป็นการสูญเสียเพราะรอการทำลายโดยการเข้าสู่กระบวนการทางความร้อนเพียงอย่างเดียวอีกทั้งยังเพิ่มต้นทุนอีกด้วย

4.8 บริหารคลังเลือดให้เพียงพอต่อความต้องการใช้

การนำแนวคิดการลดของเสียระบบ FIFO โดยการจำลองสถานการณ์สามารถลดของเสียได้ ทำการบริหารคลังเลือดให้มีเลือดเพียงพอต่อความต้องการใช้โดยเก็บข้อมูลการใช้เลือดและส่วนประกอบของเลือดทุกชนิดย้อนหลังจากห้องปฏิบัติการ ตั้งแต่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2561 เป็นเวลา 1 ปี เพื่อศึกษาข้อมูลอนุกรมเวลา (time series data) ที่เกิดขึ้นภายในหน่วยคลังเลือด เพื่อง่ายต่อการบริหารคลังเลือด แยกบันทึกการใช้เลือดตามกรุปเลือดระบบเอบีโอ เกล็ดเลือด ได้แก่ PC, LDPC, LDPlt. และเม็ดเลือดแดง ได้แก่ PRC, LPRC, LDPRC ศึกษาพฤติกรรมการใช้เลือดและส่วนประกอบเลือดและคำนวณปริมาณเลือดที่ควรมีในคลังเลือด เกล็ดเลือดมีอายุการใช้งาน 5 วัน เนื่องจากการเก็บเกล็ดนานขึ้นประสิทธิภาพการทำงานจะลดลงตามอายุการเก็บและมีโอกาสติดเชื้อแบคทีเรีย ปกติจำนวนที่ต้องการสำรองเลือดใช้ 3 วัน สำหรับเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงเท่ากับ 7 วัน และ 10 วัน ขึ้นอยู่กับศักยภาพในการจัดหาเลือดและจำนวนเลือดสำรองของหน่วยงานคลังเลือดที่มีพร้อมจ่าย ในการศึกษาครั้งนี้ใช้

วันสำรองเกล็ดเลือดเท่ากับ 3 วันเป็นเกณฑ์ขั้นต่ำจึงกำหนดเกณฑ์การสำรองเกล็ดเลือดสำหรับใช้งาน 3 วัน ใช้การคำนวณหาปริมาณการใช้เฉลี่ยต่อวันสำหรับกรุปเลือดระบบเอ บีโอแล้วนำมาคูณด้วย 3 เป็นปริมาณที่ควรสำรองสำหรับ 3 วัน และเม็ดเลือดแดงมีอายุการใช้งาน 42 วัน คำนวณหาปริมาณการใช้เฉลี่ยต่อวันสำหรับกรุปเลือดระบบเอ บีโอแล้วนำมาคูณด้วย 7 เป็นปริมาณที่ควรสำรองสำหรับ 7 วันและ 10 วัน เมื่อคำนวณปริมาณเลือดและส่วนประกอบเลือดแล้วนำมาคำนวณการสำรองเลือดเพิ่มเพื่อภาวะฉุกเฉินร้อยละ 10 จากการเก็บข้อมูลตั้งแต่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2561 พบว่ามีการใช้เกล็ดเลือดเท่ากับ 15,992 ยูนิตต่อปี แยกกรุปเลือดระบบเอ บีโอ ได้แก่ กรุปเอ กรุปบี กรุปเอ บี และกรุปโอ คือ 3,645, 4,870, 1,277 และ 6,200 ตามลำดับ และการใช้เม็ดเลือดแดงเท่ากับ 20,584 ยูนิตต่อปี แยกกรุปเลือดระบบเอ บีโอ ได้แก่ กรุปเอ กรุปบี กรุปเอ บี และกรุปโอ คือ 4,903, 5,776, 1,520 และ 8,385 ยูนิตตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 8 ปริมาณการใช้ส่วนประกอบของเกล็ดเลือดแยกกรุปเลือดระบบเอ บีโอตามตารางที่ 9 และปริมาณการใช้ส่วนประกอบของเม็ดเลือดแดงแยกตามระบบเอ บีโอตามตารางที่ 10

ตารางที่ 8 ปริมาณการใช้เลือดและส่วนประกอบของเลือดแยกตามระบบเอ บีโอตั้งแต่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2561

ชนิดผลิตภัณฑ์	จำนวนที่ผู้ป่วย (ยูนิต)				จำนวนรวม
	กรุปเอ (A)	กรุปบี (B)	กรุปเอ บี (AB)	กรุปโอ (O)	
เกล็ดเลือด	3,645	4,870	1,277	6,200	15,992
เม็ดเลือดแดง	4,903	5,776	1,520	8,385	20,584

ตารางที่ 9 ปริมาณการใช้ส่วนประกอบของเกล็ดเลือดแยกตามระบบเอ บีโอ

ผลิตภัณฑ์	จำนวนที่ผู้ป่วย (ยูนิต)				จำนวนรวม
	กรุป (A)	กรุป (B)	กรุป (AB)	กรุป (O)	
PC	2,722	3,478	710	4,545	11,455
LDPC	558	913	285	1,231	2,987
LDPlt.	365	479	282	424	1,550

ตารางที่ 10 ปริมาณการใช้ส่วนประกอบของเม็ดเลือดแดงแยกตามระบบเอ บีโอ

ผลิตภัณฑ์	จำนวนที่ผู้ป่วย (ยูนิต)				จำนวนรวม
	กรุป (A)	กรุป (B)	กรุป (AB)	กรุป (O)	
PRC	3,201	3,666	879	5,082	12,828
LPRC	828	933	204	1,412	3,377
LDPRC	874	1,177	437	1,891	4,379

การใช้เกล็ดเลือดเฉลี่ยต่อวัน 44 ยูนิต มีจำนวนใช้สูงสุดต่อวันมากที่สุดคือกรุปเลือดโอ 58 ยูนิต กรุปบี 52 ยูนิต กรุปเอ 47 ยูนิตและกรุปเอ บี 22 ยูนิต จำนวนเกล็ดเลือดควรมีเพียงพอสำหรับการใช้งาน 3 วัน แยกกรุปเลือดระบบเอ บีโอ ได้แก่ กรุปเอ กรุปบี กรุปเอ บี และกรุปโอ คือ 30, 39, 9, 12 และ 51 ยูนิตตามลำดับ และจำนวนเกล็ดเลือดที่ควรมีตลอดเวลาในคลังเลือดเท่ากับ 145 ยูนิตต่อวัน แยกกรุปเลือดระบบเอ บีโอ ได้แก่ กรุปเอ กรุปบี กรุปเอ บี และกรุปโอ คือ 33, 43, 13 และ 56 ยูนิตต่อวันตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 11 แสดงวิธีการคำนวณปริมาณการใช้เกล็ดเลือดกรุปเอ (A) สำหรับ 3 วันดังต่อไปนี้

จำนวนที่ใช้เฉลี่ยต่อวัน $3,645/365 = 10$ ยูนิต/วัน

จำนวนที่ใช้เฉลี่ยต่อวัน ได้แก่ PC, LDPC, LDPlt.

PC $2,722/365 = 7$ ยูนิต/วัน

LDPC $558/365 = 2$ ยูนิต/วัน

LDPlt. $365/365 = 1$ ยูนิต/วัน

จำนวนที่ใช้สูงสุดต่อวัน 47 ยูนิต/วัน

จำนวนที่ใช้ต่ำสุดต่อวัน 1 ยูนิต/วัน

จำนวนที่ใช้สำหรับ 3 วัน $10 \times 3 = 30$ ยูนิต

จำนวนที่เกล็ดเลือดควรมีตลอดเวลาในคลังเลือด

$(10/100) \times 30 + 30 = 33$ ยูนิต

ตารางที่ 11 ปริมาณการใช้เกล็ดเลือดแยกตามชนิดและกรุปเลือดระบบเอ บีโอ (หน่วยเป็นยูนิต) สำหรับ 3 วัน

เกล็ดเลือด	จำนวนที่ใช้แต่ละกรุปเลือด (ยูนิต)				จำนวนรวม
	กรุปเอ (A)	กรุปบี (B)	กรุปเอ บี (AB)	กรุปโอ (O)	
จำนวนที่ใช้เฉลี่ยต่อวัน	10±9	13±10	4±4	17±12	44
จำนวนที่ใช้เฉลี่ยต่อวันแยกตามผลิตภัณฑ์ย่อย					
PC	7	10	2	12	31
LDPC	2	2	1	3	8
LDPlt.	1	1	1	2	5
จำนวนที่ใช้สูงสุดต่อวัน	47	52	22	58	
จำนวนที่ใช้ต่ำสุดต่อวัน	1	1	1	1	
จำนวนที่ใช้สำหรับ 3 วัน	30	39	12	51	132
จำนวนที่เกล็ดเลือดควรมีตลอดเวลาในคลังเลือด	33	43	13	56	145

การใช้เม็ดเลือดแดงเฉลี่ยต่อวัน 56 ยูนิต มีจำนวนใช้สูงสุดต่อวันมากที่สุดคือกรุปโอ 99 ยูนิต กรุปบี 86 ยูนิต กรุปเอ 67 ยูนิตและกรุปเอบี 42 ยูนิต จำนวนเม็ดเลือดแดงควรมีเพียงพอสำหรับการใช้งาน 7 วัน แยกกรุปเลือดระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุปเอ กรุปบี กรุปเอบีและกรุปโอ คือ 91, 112, 28 และ 161 ยูนิตตามลำดับ และจำนวนเม็ดเลือดแดงที่ควรมีตลอดเวลาในคลังเลือดเท่ากับ 431 ยูนิตต่อวัน แยกกรุปเลือดระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุปเอ กรุปบี กรุปเอบีและกรุปโอ คือ 100, 123, 31 และ 177 ยูนิตต่อวันตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 12 แสดงวิธีการคำนวณปริมาณการใช้เม็ดเลือดแดงกรุปเอ (A) สำหรับ 7 วันดังต่อไปนี้

วิธีการคำนวณ กรุปเอสำหรับ 7 วัน

จำนวนที่ใช้เฉลี่ยต่อวัน $4,903/365 = 13$ ยูนิต/วัน

จำนวนที่ใช้เฉลี่ยต่อวัน ได้แก่ PRC, LPRC, LDPRC

PRC $3,201/365 = 9$ ยูนิต/วัน

LPRC $828/365 = 2$ ยูนิต/วัน

LDPRC $874/365 = 2$ ยูนิต/วัน

จำนวนที่ใช้สูงสุดต่อวัน 67 ยูนิต/วัน

จำนวนที่ใช้ต่ำสุดต่อวัน 1 ยูนิต/วัน

จำนวนที่ใช้สำหรับ 7 วัน $13 \times 7 = 91$ ยูนิต

จำนวนที่เม็ดเลือดแดงควรมีตลอดเวลาในคลังเลือด

$(10/100) \times 91 + 91 = 100$ ยูนิต

ตารางที่ 12 ปริมาณการใช้เม็ดเลือดแดงแยกตามชนิดและกรุปเลือดระบบเอบีโอ (หน่วยเป็นยูนิต) สำหรับ 7 วัน

เม็ดเลือดแดง	จำนวนที่ใช้แต่ละกรุปเลือด (ยูนิต)				จำนวนรวม
	กรุปเอ (A)	กรุปบี (B)	กรุปเอบี (AB)	กรุปโอ (O)	
จำนวนที่ใช้เฉลี่ยต่อวัน	13±10	16±10	4±4	23±13	56
จำนวนที่ใช้เฉลี่ยต่อวันแยกตามผลิตภัณฑ์ย่อย					
PRC	9	10	2	14	35
LPRC	2	3	1	4	10
LDPRC	2	3	1	5	11
จำนวนที่ใช้สูงสุดต่อวัน	67	86	42	99	
จำนวนที่ใช้ต่ำสุดต่อวัน	1	1	1	2	
จำนวนที่ใช้สำหรับ 7 วัน	91	112	28	161	392
จำนวนที่เม็ดเลือดแดงควรมีตลอดเวลาในคลังเลือด	100	123	31	177	431

การใช้เม็ดเลือดแดงควรมีเพียงพอสำหรับการใช้งาน 10 วัน แยกกรุปเลือดระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุปเอ กรุปบี กรุปเอบีและกรุปโอ คือ 130, 160, 40 และ 230 ยูนิตตามลำดับ และจำนวนเม็ดเลือดแดงที่ควรมีตลอดในคลังเลือดเท่ากับ 616 ยูนิตต่อวัน แยกกรุปเลือดระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุปเอ กรุปบี กรุปเอบีและกรุปโอ คือ 143, 176, 44 และ 253 ยูนิตต่อวันตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 13 แสดงวิธีการคำนวณปริมาณการใช้เม็ดเลือดแดงกรุปเอ (A) สำหรับ 10 วันดังต่อไปนี้

วิธีการคำนวณ กรุปเอสำหรับ 10 วัน

จำนวนที่ใช้เฉลี่ยต่อวัน $4,903/365 = 13$ ยูนิต/วัน

จำนวนที่ใช้เฉลี่ยต่อวัน ได้แก่ PRC, LPRC, LDPRC

PRC $3,201/365 = 9$ ยูนิต/วัน

LPRC $828/365 = 2$ ยูนิต/วัน

LDPRC $874/365 = 2$ ยูนิต/วัน

จำนวนที่ใช้สูงสุดต่อวัน 67 ยูนิต/วัน

จำนวนที่ใช้ต่ำสุดต่อวัน 1 ยูนิต/วัน

จำนวนที่ใช้สำหรับ 10 วัน $13 \times 10 = 130$ ยูนิต

จำนวนที่เม็ดเลือดแดงควรมีตลอดเวลาในคลังเลือด

$(10/100) \times 130 + 130 = 143$ ยูนิต

ตารางที่ 13 ปริมาณการใช้เม็ดเลือดแดงแยกตามชนิดและกรุปเลือดระบบเอบีโอ (หน่วยเป็นยูนิต) สำหรับ 10 วัน

เม็ดเลือดแดง	จำนวนที่ใช้แต่ละกรุปเลือด (ยูนิต)				จำนวนรวม
	กรุปเอ (A)	กรุปบี (B)	กรุปเอบี (AB)	กรุปโอ (O)	
จำนวนที่ใช้เฉลี่ยต่อวัน	13±10	16±10	4±4	23±13	56
จำนวนที่ใช้เฉลี่ยต่อวันแยกตามผลิตภัณฑ์ย่อย					
PRC	9	10	2	14	35
LPRC	2	3	1	4	10
LDPRC	2	3	1	5	11
จำนวนที่ใช้สูงสุดต่อวัน	67	86	42	99	
จำนวนที่ใช้ต่ำสุดต่อวัน	1	1	1	2	
จำนวนที่ใช้สำหรับ 10 วัน	130	160	40	230	560
จำนวนที่เม็ดเลือดแดงควรมีตลอดเวลาในคลังเลือด	143	176	44	253	616

5. สรุป

งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาเพื่อลดปริมาณเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงหมดอายุ และบริหารคลังเลือดให้มีเลือดเพียงพอต่อความต้องการใช้ของแพทย์ ใช้กระบวนการแก้ปัญหาทั่วไปร่วมกับเทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการ หน่วยงานนี้อยู่ภายใต้การกำกับของภาคพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ทำหน้าที่รับบริจาคเลือดและปั่นแยกส่วนประกอบเลือดเพื่อนำไปใช้ในการรักษาผู้ป่วยที่เข้ามารักษาตัวภายในโรงพยาบาล การค้นหาปัญหาที่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุโดยเริ่มจากสำรวจสภาพปัญหาปัจจุบันของหน่วยงานคลังเลือด ใช้เครื่องมือ IDEFO (integration definition for function modeling) เพื่อแสดงกิจกรรมและทรัพยากรที่ใช้ในรูปของปัจจัยนำเข้า (inputs) ตัวขับเคลื่อน (mechanisms) ตัวควบคุม (controls) และผลลัพธ์ (outputs) ใช้โปรแกรม Microsoft Access ในการจัดการระบบฐานข้อมูล (database management system) เก็บข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือด การใช้เลือดและเลือดหมดอายุของเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง การจัดการของเสียภายในหน่วยคลังเลือดใช้หลัก FIFO (first in first out) และจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล (monte carlo simulation) เพื่อพิสูจน์แนวคิดการลดของเสียในหน่วยคลังเลือดและหาปริมาณเลือดสำรองที่เหมาะสมสำหรับแนวคิดการลดของเสียแบบ FIFO จากการศึกษาการลดปริมาณเลือดหมดอายุมีเป้าหมายตัวแปรที่สำคัญสำหรับงานวิจัยนี้คือ การลดปริมาณเลือดหมดอายุของเกล็ดเลือดที่มีอายุการใช้งาน 5 วัน และเม็ดเลือดแดงที่มีอายุการใช้งาน 42 วัน หลังจากปั่นแยกส่วนประกอบเลือดที่มีปริมาณมากเกินความต้องการและบริหารคลังเลือดให้เพียงพอต่อความต้องการใช้ คือ เมื่อจำนวนเลือดในคลังมากกว่าค่าที่ใช้สูงสุด (maximum) ที่เสี่ยงต่อการหมดอายุการใช้งาน โดยการส่งเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงไปยังโรงพยาบาลต่าง ๆ จะเห็นได้ว่าถ้าหน่วยงานคลังเลือดใช้หลักการหมุนเวียนเข้าก่อนออกก่อน FIFO จะทำให้ของเสียในระบบลดลง อีกทั้งสามารถบริหารเมื่อในคลังมีเลือดมากเกินความต้องการใช้ของแพทย์ที่เสี่ยงต่อการหมดอายุการใช้ของเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง งานวิจัยเรื่องการลดของเสียในหน่วยคลังเลือดด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล พบว่าในปี พ.ศ. 2564 สามารถลดปริมาณเกล็ดเลือดหมดอายุได้ 1,566 ยูนิตต่อปี คิด

เป็นจำนวนเงิน 720,360 บาทต่อปี และสามารถลดปริมาณเม็ดเลือดแดงหมดอายุได้ 305 ยูนิตต่อปี คิดเป็นจำนวนเงิน 286,700 บาทต่อปี และหน่วยงานคลังเลือดสามารถลดปริมาณเกล็ดเลือดหมดอายุของปี พ.ศ. 2564 จากปี พ.ศ. 2563 คือ 1,399 ยูนิตต่อปี เหลือ 177 ยูนิตต่อปี คิดเป็นจำนวนเงิน 562,120 บาทต่อปี หรือร้อยละ 87 และลดปริมาณเม็ดเลือดแดงหมดอายุจาก 727 ยูนิตต่อปี ไม่มีเลือดหมดอายุเลย คิดเป็นจำนวนเงิน 683,380 บาทต่อปี หรือร้อยละ 100 เทียบจากเลือดหมดอายุของหน่วยงานคลังเลือดและการจัดการของเสียภายในหน่วยคลังเลือดใช้หลักการ FIFO จากการเก็บข้อมูลย้อนหลังตั้งแต่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2561 พบว่ามีการใช้เกล็ดเลือดเท่ากับ 15,992 ยูนิต และเม็ดเลือดแดงเท่ากับ 20,584 ยูนิต คำนวณได้ปริมาณเลือดและส่วนประกอบของเลือดที่คลังเลือดควรมีตลอดเวลา แยกกรุปเลือดระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุปเอ กรุปบี กรุปเอบีและกรุปโอ ดังต่อไปนี้ เกล็ดเลือดสำรองสำหรับ 3 วัน คือ 33, 43, 13, และ 56 ยูนิตต่อวันตามลำดับ เม็ดเลือดแดงสำรองสำหรับ 7 วัน คือ 100, 123, 31, และ 177 ยูนิตต่อวันตามลำดับ และเม็ดเลือดแดงสำรองสำหรับ 10 วัน คือ 143, 176, 44, และ 253 ยูนิตต่อวันตามลำดับ การศึกษานี้สามารถนำไปกำหนดเป้าหมายในการบริหารคลังเลือดทั้งในยามที่เลือดในคลังมากเกินความต้องการใช้และเลือดขาดแคลนได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และขอขอบพระคุณ อ.นพ.วิระชัย สมัย หัวหน้าภาควิชาพยาธิวิทยา และเจ้าหน้าที่หน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ สำหรับการสนับสนุนและเอื้อเฟื้อข้อมูลสำหรับงานวิจัยการลดปริมาณเลือดหมดอายุในหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต

เอกสารอ้างอิง

- [1] สาคร พรประเสริฐ. *โลหิตวิทยา*. กรุงเทพฯ: 2557.
- [2] ปาริชาติ เพิ่มพิกุล และคณะ. การศึกษาหาปริมาณเลือดและส่วนประกอบของเลือดที่เหมาะสมสำหรับโรงพยาบาลศิริราช. *วารสารโลหิตวิทยาและเวชศาสตร์บริการโลหิต*. 2550; 17(2): 115-22.

- [3] กัลยานี แสงสุข. การศึกษาปริมาณโลหิตสำรองในโรงพยาบาลตำรวจ. *วารสารโลหิตวิทยาและเวชศาสตร์บริการโลหิต*. 2553; 20(3): 169-177.
- [4] ศรีวิไล ตระกูลเกษมสิริ. ปริมาณการสำรองเลือดและส่วนประกอบของเลือดที่เหมาะสมสำหรับโรงพยาบาลสมเด็จพระบรมราชเทวี ณ ศรีราชา สภากาชาดไทย. *วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่*. 2554; 44(2): 99-105.
- [5] วรางคณา โสฬสลิขิต, สุภาวดี ใจนันท์. การศึกษาปริมาณเลือดและส่วนประกอบของเลือดสำรองที่เหมาะสมของโรงพยาบาลแพร่. *วารสารโรงพยาบาลแพร่*. 2554; 19(1): 124-132.
- [6] รัตนา เทพศิริ. การประเมินประสิทธิภาพการสำรองโลหิตของธนาคารเลือดโรงพยาบาลตำรวจ. *วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่*. 2553; 43(3): 167-173.
- [7] วิลัยพร ชูศรี และคณะ. การศึกษาแนวทางการเตรียมเลือดที่เหมาะสมสำหรับการผ่าตัดในผู้ป่วยประเภท Elective Surgery ของโรงพยาบาลกลาง. *วารสารโลหิตวิทยาและเวชศาสตร์บริการโลหิต*. 2561; 28(1): 17-23.
- [8] อมรรัตน์ ร่มพฤษ และคณะ. ผลการสำรองเลือดของคลังเลือดกลางเพื่อใช้ในโรงพยาบาลศรีนครินทร์และศูนย์หัวใจสิริกิติ์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในระยะเวลา 5 ปี (2556-2560). *ศรีนครินทร์เวชสาร*. 2562; 34(1): 99-105.
- [9] Lowalekar H Ravichandran N. Blood bank inventory management in India. *Opsearch*. 2014; 51(3): 376-399.
- [10] Prastacos, G.P. Blood inventory management: an overview of theory and practice. *Management Science*. 1984; 30(7): 777-800.
- [11] ญัฎฐ์ทรศญา เศรษฐโชติสมบัติ, ประสิทธิ์ การนอก. การเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารพื้นที่คลังสินค้าอุตสาหกรรมขึ้นส่วนยานยนต์ด้วยแนวคิดเชิงบูรณาการ. *วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ*. 2562; 13(1): 127-140.
- [12] สุวรรณ พลภักดี, นิภาส ลีนะธรรม. การประยุกต์ใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลเพื่อการจัดการอะไหล่สำหรับการบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมปิโตรเลียม. *วิศวกรรมสารมหาวิทยาลัยนเรศวร*. 2563; 15(1): 66-80.
- [13] สร้อยสอางค์ พิกุลสด. *การใช้โลหิตและส่วนประกอบโลหิตอย่างเหมาะสม*. กรุงเทพฯ: 2554.
- [14] สภากาชาดไทย. เกล็ดเลือด. เข้าถึงได้จาก: <https://www.redcross.or.th/>. [เข้าถึงเมื่อ วันที่ 20 เมษายน 2562.]
- [15] ดวงพร เกียงคำ. *คู่มือใช้งาน Access 2016*. นนทบุรี: 2560.
- [16] พิภพ ลลิตาภรณ์. *การวางแผนและควบคุมการผลิต*. กรุงเทพฯ: 2557.
- [17] จุฑา พิชิตลำเค็ญ. *พื้นฐานการจำลองสถานการณ์เชิงสุ่มเพื่อประยุกต์ใช้กับงานจริง*. กรุงเทพฯ: 2558.
- [18] อีฟพะห์ มะเกะ และคณะ. การลดปริมาณเกล็ดเลือดหมดอายุ กรณีศึกษาหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต โรงพยาบาลสงขลานครินทร์. ใน: *การประชุมวิชาการครั้งที่ 4 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา*, ชลบุรี; 2563. หน้า 349-356.