การลดปริมาณเลือดหมดอายุภายในหน่วยคลังเลือด

Reducing the Amount of Expired Blood Within the Blood Collection Unit

อิฟฟะห์ มะเกะ

Iffah Makea

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและระบบ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Engineering in Industrial and Systems Engineering
Prince of Songkla University

2564

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การลดปริมาณเลือดหมดอายุภายในหน่วยคลังเลือด

Reducing the Amount of Expired Blood Within the Blood Collection Unit

อิฟฟะห์ มะเกะ

Iffah Makea

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและระบบ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Engineering in Industrial and Systems Engineering
Prince of Songkla University

2564

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การลดปริมาณเลือดหมดอายุภายในหน่วยคลังเลือด
ผู้เขียน นางสาวอิฟฟะห์ มะเกะ
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการและระบบ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภิสพร มีมงคล)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....
(รองศาตราจารย์ ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์)

.....
(ดร.สมนรพรรษ สุระสมบัติพัฒนา)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วนัฐณพงษ์ คงแก้ว)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภิสพร มีมงคล)

.....กรรมการ
(รองศาตราจารย์ ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์)

.....กรรมการ
(ดร.สมนรพรรษ สุระสมบัติพัฒนา)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.นิวิท เจริญใจ)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและระบบ

.....
(ศาสตราจารย์ ดร.ดำรงศักดิ์ ฟ้ารุ่งสาง)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นภิสพร มีมงคล)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ .....
(รองศาตราจารย์ ดร. เสกสรร สุธรรมานนท์)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ลงชื่อ .....
(ดร.สมนรพรรษ สุระสมบัติพัฒนา)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ลงชื่อ .....
(นางสาวอิฟฟะห์ มะเกะ)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ .....
(นางสาวอิฟฟะห์ มะเกะ)
นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การลดปริมาณเลือดหมดอายุภายในหน่วยคลังเลือด
ผู้เขียน นางสาวอิฟฟะห์ มะเกะ
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการและระบบ
ปีการศึกษา 2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการลดปริมาณเลือดหมดอายุของหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ คำนวณปริมาณสำรองเกล็ดเลือด (Platelet: PLT) และเม็ดเลือดแดง (Red Blood Cell: RBC) ตามกรุ๊ปเลือดระบบเอบีโอ ได้แก่ A, B, AB และ O คงคลังที่เหมาะสม โดยเริ่มจากสำรวจสภาพปัญหาปัจจุบันของหน่วยงานคลังเลือด ใช้ IDEF0 (Integration Definition for Function Modeling) จำลองเหตุการณ์ ใช้ Microsoft Access จัดการระบบฐานข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือด การใช้เลือดและเลือดหมดอายุ โดยการจัดการของเสียภายในหน่วยคลังเลือดใช้หลักการ FIFO ในการบริหาร ใช้วิธีจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation) เพื่อพิสูจน์แนวคิดการลดของเสียในหน่วยงานคลังเลือด และหาปริมาณเลือดสำรองที่เหมาะสม สรุปผลได้ว่าคลังเลือดควรสำรองเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงตามกรุ๊ปเลือดระบบเอบีโอ ได้แก่ A, B, AB และ O ดังนี้ เกล็ดเลือดสำหรับใช้งาน 3 วันเท่ากับ 33, 43, 13, และ 56 ยูนิตต่อวัน เม็ดเลือดแดงสำหรับใช้งาน 7 วันเท่ากับ 100, 123, 31, และ 177 ยูนิตต่อวัน และเม็ดเลือดแดงสำหรับใช้งาน 10 วันเท่ากับ 143, 176, 44, และ 253 ยูนิตต่อวัน ตามลำดับคงคลังไว้ตลอดเวลา ส่งผลให้สามารถลดปริมาณเกล็ดเลือดหมดอายุได้ร้อยละ 87 และปริมาณเม็ดเลือดแดงหมดอายุได้ร้อยละ 100

Thesis Title Reducing the Amount of Expired Blood Within the Blood Collection Unit

Author Miss Iffah Makea

Major Program Industrial and Systems Engineering

Academic Year 2021

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) of the ABO type, is included A, B, AB and O, reserves 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. The conclusion is platelets and red blood cells of the ABO type, is included A, B, AB and O, reserves in the blood bank 3-day platelets at 33, 43, 13, and 56 units daily, 7-day red blood cells at 100, 123, 31, and 177 units daily, and 10-day red blood cells at 143, 176, 44, and 253 units daily at all times respectively. which effectively reduced the amount of expired platelets by 87% and expired red blood cells by 100%.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.นภิสพร มีมงคล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รศ.ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์ และ ดร.สมนรพรรษ สุระสมบัติพัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา และให้ความกรุณาตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสิ้นสมบูรณ์ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ อ.นพ.วิระชัย สมัย หัวหน้าภาควิชาพยาธิวิทยา และเจ้าหน้าที่หน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ สำหรับการสนับสนุนและเอื้อเฟื้อข้อมูลสำหรับวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่ให้ทุนอุดหนุนการทำวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ ตลอดจนคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวของข้าพเจ้า ที่ให้ความรัก ความอบอุ่น ความช่วยเหลือ คำปรึกษาและกำลังใจด้วยดีตลอดมา

อิฟฟะห์ มะเกะ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(5)
Abstract	(6)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(11)
รายการรูปภาพ	(14)
สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ	(18)
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	9
1.3 ขอบเขตการวิจัย	10
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	10
1.5 ขั้นตอนวิธีวิจัย	10
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	11
2.1.1 เลือด	11
2.1.2 IDEF0	15
2.1.3 Microsoft Access	16
2.1.4 การจัดการสินค้าคงคลัง	19
2.1.5 การจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล	19
2.1.6 Microsoft Excel	21
2.1.7 เว็บแอพพลิเคชั่น	21
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	21
3. วิธีดำเนินการวิจัย	29
3.1 การสำรวจสภาพปัจจุบันของหน่วยคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต	29
3.2 การวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุ	29
3.3 เก็บข้อมูลจากระบบการจัดการฐานข้อมูลของโรงพยาบาล	32

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 การหาแนวทางการลดของเสียภายในหน่วยคลังเลือด	33
3.5 การจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล	34
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้เลือดจากการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลเพื่อเปรียบเทียบผล	35
3.7 การเสนอแนวทางในการลดปริมาณเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง	35
3.8 แนวทางบริหารคลังเลือดให้เพียงพอต่อความต้องการใช้	35
3.9 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย	36
4. ผลการวิจัย	39
4.1 สภาพปัจจุบันของหน่วยคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต	39
4.2 สาเหตุที่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุ	39
4.3 ข้อมูลจากระบบการจัดการฐานข้อมูลของโรงพยาบาล	54
4.4 การลดของเสียภายในหน่วยคลังเลือด	55
4.5 ผลจากการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล	60
4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้เลือดจากการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลเพื่อเปรียบเทียบผล	67
4.7 แนวทางในการลดปริมาณเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง	76
4.8 การบริหารคลังเลือดให้เพียงพอต่อความต้องการใช้	76
4.9 สรุป	87
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	89
5.1 สรุปผลการวิจัย	89
5.2 ข้อเสนอแนะ	90
บรรณานุกรม	91
ภาคผนวก	94
ก. ขั้นตอนการเก็บข้อมูลจากระบบการจัดการฐานข้อมูลของโรงพยาบาลด้วยโปรแกรม Microsoft Access	95
ข. ข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้เลือดของเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง ตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561	99

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ค. การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่มของส่วนประกอบเลือด	106
ง. เลือดเข้า การเตรียม การใช้เลือดและเลือดหมดอายุของเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 มกราคม ปี พ.ศ. 2564	131
จ. วิธีการใช้โปรแกรมเว็บแอพพลิเคชั่นการจัดการคลังเลือด	134
ประวัติผู้เขียน	140

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	สรุปวิธีดำเนินการวิจัยและผลที่คาดว่าจะได้รับ	37
4.1	แบบฟอร์มแนวคิดการลดของเสียของเกล็ดเลือด	57
4.2	แบบฟอร์มแนวคิดการลดของเสียของเม็ดเลือดแดง	58
4.3	แนวคิดการลดของเสียภายในหน่วยคลังเลือด	59
4.4	ฐานข้อมูลของตัวแทนเหตุการณ์และเงื่อนไขช่วงของตัวเลขสุ่ม PC-O	62
4.5	ฐานข้อมูลของตัวแทนเหตุการณ์และเงื่อนไขช่วงของตัวเลขสุ่ม PC-O เลือดเข้าไม่พิจารณาเหตุการณ์ที่เป็น 0	63
4.6	เหตุการณ์ที่ได้จากการสุ่มของ PC-O	64
4.7	ฐานข้อมูลของตัวแทนเหตุการณ์และเงื่อนไขช่วงของตัวเลขสุ่ม PRC-O	65
4.8	ฐานข้อมูลของตัวแทนเหตุการณ์และเงื่อนไขช่วงของตัวเลขสุ่ม PRC-O เลือดเข้าไม่พิจารณาเหตุการณ์ที่เป็น 0	66
4.9	เหตุการณ์ที่ได้จากการสุ่มของ PRC-O	68
4.10	เปรียบเทียบการประมวลผลเกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวมกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 มกราคม ปี พ.ศ. 2564	69
4.11	เปรียบเทียบการลดเกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวมกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอหมดอายุตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 มกราคม พ.ศ. ปี พ.ศ. 2564	70
4.12	เปรียบเทียบการประมวลผลเม็ดเลือดแดงอัดแน่นกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 มกราคม ปี พ.ศ. 2564	72
4.13	เปรียบเทียบการลดเม็ดเลือดแดงอัดแน่นกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอหมดอายุตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 มกราคม ปี พ.ศ. 2564	73
4.14	เปรียบเทียบเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 ถึง 2564	74
4.15	เปรียบเทียบเกล็ดเลือด PC กรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 ถึง 2564	75
4.16	เปรียบเทียบเม็ดเลือดแดง PRC กรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 ถึง 2564	76
4.17	ปริมาณการใช้เกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงแยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ	81
4.18	ปริมาณการใช้ส่วนประกอบของเกล็ดเลือดแยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ	81
4.19	ปริมาณการใช้ส่วนประกอบของเม็ดเลือดแดงแยกกรุ๊ปตามระบบเอบีโอ	81
4.20	ปริมาณการใช้เกล็ดเลือดแยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ 3 วัน	82

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.21	ปริมาณการใช้เม็ดเลือดแดงแยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ 7 วัน	83
4.22	ปริมาณการใช้เม็ดเลือดแดงแยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ 10 วัน	84
ผก.1	เงื่อนไขการดึงข้อมูลสำหรับเกล็ดเลือด	97
ผก.2	เงื่อนไขการดึงข้อมูลสำหรับเม็ดเลือดแดง	98
ผข.1	ข้อมูลเลือดเข้าการเตรียมเลือดและการใช้เลือดของเกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม ตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2561	100
ผข.2	ข้อมูลเลือดเข้าการเตรียมเลือดและการใช้เลือดของเกล็ดเลือดที่ขจัดเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น ตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561	101
ผข.3	ข้อมูลเลือดเข้าการเตรียมเลือดและการใช้เลือดของเกล็ดเลือดจากการเจาะเก็บด้วยวิธีอาเฟอริซิซ ตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561	102
ผข.4	ข้อมูลเลือดเข้าการเตรียมเลือดและการใช้เลือดของเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561	103
ผข.5	ข้อมูลเลือดเข้าการเตรียมเลือดและการใช้เลือดของเม็ดเลือดแดงเข้มข้นที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น ตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561	104
ผข.6	ข้อมูลเลือดเข้าการเตรียมเลือดและการใช้เลือดของเม็ดเลือดแดงที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการกรอง ตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561	105
ผค.1	การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม PC-A	107
ผค.2	การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม PC-B	108
ผค.3	การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม PC-AB	109
ผค.4	การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม PC-O	110
ผค.5	การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LDPC-A	111
ผค.6	การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LDPC-B	112
ผค.7	การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LDPC-AB	113
ผค.8	การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LDPC-O	114
ผค.9	การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LDPLT-A	115
ผค.10	การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LDPLT-B	116
ผค.11	การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LDPLT-AB	117
ผค.12	การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LDPLT-O	118

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ผค.13 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม PRC-A 119
ผค.14 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม PRC-B 120
ผค.15 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม PRC-AB 121
ผค.16 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม PRC-O 122
ผค.17 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LPRC-A 123
ผค.18 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LPRC-B 124
ผค.19 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LPRC-AB 125
ผค.20 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LPRC-O 126
ผค.21 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LDPRC-A 127
ผค.22 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LDPRC-B 128
ผค.23 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LDPRC-AB 129
ผค.24 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LDPRC-O 130
ผง.1 เลือดเข้า การเตรียม การใช้และเลือดหมดอายุของเกล็ดเลือด PC-ABO ตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 มกราคม ปี พ.ศ. 2564 132
ผง.2 เลือดเข้า การเตรียม การใช้และเลือดหมดอายุของเม็ดเลือดแดง PRC-ABO ตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 มกราคม ปี พ.ศ. 2564 133

รายการรูปภาพ

รูปที่		หน้า
1.1	แผนผังหน่วยงานต่าง ๆ ของภาควิชาพยาธิวิทยา	2
1.2	สัดส่วนต้นทุนเลือดหมดอายุ ปี พ.ศ. 2561 ของหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต โรงพยาบาลสงขลานครินทร์	3
1.3	อุปสงค์และอุปทานส่วนประกอบเลือดในหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต	4
1.4	ปริมาณการเตรียมและการใช้เกล็ดเลือด ปี พ.ศ. 2561	4
1.5	สัดส่วนการใช้ส่วนประกอบของเกล็ดเลือด ปี พ.ศ. 2561	5
1.6	สัดส่วนเลือดหมดอายุของส่วนประกอบเกล็ดเลือด ปี พ.ศ. 2561	6
1.7	ปริมาณการเตรียมและการใช้เม็ดเลือดแดง ปี พ.ศ. 2561	7
1.8	สัดส่วนการใช้ส่วนประกอบของเม็ดเลือดแดง ปี พ.ศ. 2561	7
1.9	สัดส่วนเลือดหมดอายุของส่วนประกอบเม็ดเลือดแดง ปี พ.ศ. 2561	8
1.10	กรอบแนวคิดการวิจัย	9
2.1	แผนผังกระบวนการแสดงกิจกรรมหรือวัสดุในโซ่อุปทาน	15
2.2	สัญลักษณ์การเขียน IDEF0	16
2.3	หลักการออกแบบฐานข้อมูล	18
2.4	การจำลองสถานการณ์	20
2.5	ขั้นตอนการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล	20
3.1	ขั้นตอนดำเนินการวิจัย	30
3.2	ขั้นตอนการสำรวจสภาพปัจจุบันในหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต	31
3.3	ขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุของเลือดหมดอายุ	31
3.4	ขั้นตอนการเก็บข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้เลือด	32
3.5	ขั้นตอนการหาแนวคิดการลดของเสียในหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต	33
4.1	แผนผังหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต	40
4.2	ห้องปฏิบัติการคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตทั้ง 5 ห้อง	40

รายการรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.3	การไหลของข้อมูลสารสนเทศและวัสดุในโซ่อุปทานทั้ง 5 ห้องของหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต	41
4.4	การไหลของข้อมูลสารสนเทศและวัสดุในโซ่อุปทานของห้องธุรการและหน่วยรับบริจาคเลือด	42
4.5	การไหลของข้อมูลสารสนเทศและวัสดุในโซ่อุปทานของห้องเจาะเลือดผู้บริจาค	43
4.6	การไหลของข้อมูลสารสนเทศและวัสดุในโซ่อุปทานของห้องปั่นแยกส่วนประกอบเลือด	44
4.7	การไหลของข้อมูลสารสนเทศและวัสดุในโซ่อุปทานของห้องตรวจเชื้อ	45
4.8	การไหลของข้อมูลสารสนเทศและวัสดุในโซ่อุปทานของห้องปฏิบัติการคลังเลือด	46
4.9	แผนผังกระบวนการทำงานทั้งหมดของหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต	47
4.10	การไหลของข้อมูลสารสนเทศและวัสดุในโซ่อุปทานของงานบริจาคเลือด	47
4.11	กระบวนการรับบริจาคเลือด	48
4.12	การไหลของข้อมูลสารสนเทศและวัสดุในโซ่อุปทานของห้องปฏิบัติการ	49
4.13	กระบวนการปั่นแยกส่วนประกอบของเลือดถุง 350 ยูนิต	50
4.14	กระบวนการปั่นแยกส่วนประกอบของเลือดถุง 450 ยูนิต	50
4.15	กระบวนรับบริจาคเลือดอาเฟอริซิซ	51
4.16	กระบวนการทำงานของหน่วยคลังเลือด	52
4.17	กระบวนการขอเลือดและกระบวนการเตรียมเลือด	52
4.18	กระบวนการจ่ายเลือดและกระบวนการคืนเลือด	53
4.19	กระบวนการทำงานของห้องปฏิบัติการคลังเลือด	54
4.20	สินค้าคงคลังของหน่วยคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต	56
4.21	กระบวนการทำงานเพื่อลดของเสีย	58
4.22	สัดส่วนกรุ๊ปเลือดที่พบในคนไทย	61
4.23	การจำลองแนวคิดการลดของเสียแบบหมุนเวียนเข้าก่อนออกก่อน FIFO ของ PC-O	69
4.24	การจำลองแนวคิดการลดของเสียแบบหมุนเวียนเข้าก่อนออกก่อน FIFO ของ PC กรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ	69

รายการรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.25	การจำลองแนวคิดการลดของเสียแบบหมุนเวียนเข้าก่อนออกก่อน FIFO ของ PRC-O	71
4.26	การจำลองแนวคิดการลดของเสียแบบหมุนเวียนเข้าก่อนออกก่อน FIFO ของ PRC กรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ	71
4.27	กราฟแสดงเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2561 ถึง 2564	74
4.28	พฤติกรรมการใช้เกล็ดเลือดกรุ๊ปเอ (A) วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561	77
4.29	พฤติกรรมการใช้เกล็ดเลือดกรุ๊ปบี (B) วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561	77
4.30	พฤติกรรมการใช้เกล็ดเลือดกรุ๊ปเอบี (AB) วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561	78
4.31	พฤติกรรมการใช้เกล็ดเลือดกรุ๊ปโอ (O) วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561	78
4.32	พฤติกรรมการใช้เม็ดเลือดแดงกรุ๊ปเอ (A) วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561	79
4.33	พฤติกรรมการใช้เม็ดเลือดแดงกรุ๊ปบี (B) วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561	79
4.34	พฤติกรรมการใช้เม็ดเลือดแดงกรุ๊ปเอบี (AB) วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561	80
4.35	พฤติกรรมการใช้เม็ดเลือดแดงกรุ๊ปโอ (O) วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561	80
4.36	การจัดการระบบเกล็ดเลือดตามกรุ๊ปเลือดระบบเอบีโอสำหรับใช้งาน 3 วัน	85
4.37	การจัดการระบบเม็ดเลือดแดงตามกรุ๊ปเลือดระบบเอบีโอสำหรับใช้งาน 7 วัน	86
4.38	การจัดการระบบเม็ดเลือดแดงตามกรุ๊ปเลือดระบบเอบีโอสำหรับใช้งาน 10 วัน	87
ผก.1	ขั้นตอนการดึงข้อมูล	96
ผก.2	ขั้นตอนการเลือกตารางฐานข้อมูล	97
ผก.3	ขั้นตอนการเขียนเงื่อนไขของข้อมูล	98
ผก.4	ขั้นตอนการประมวลผลข้อมูล	98

รายการรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
ผจ.1	วิธีการเปิดโปรแกรมเว็บแอพพลิเคชั่น XAMPP Control Panel v3.2.4	135
ผจ.2	วิธีการเข้าสู่ระบบการจัดการคลังเลือด	135
ผจ.3	วิธีการเลือกส่วนประกอบเลือดที่ต้องการจัดการ	135
ผจ.4	ระบบการจัดการเกล็ดเลือด	136
ผจ.5	เกล็ดเลือดเข้า	136
ผจ.6	การขอเกล็ดเลือด	136
ผจ.7	การเตรียมเกล็ดเลือด	137
ผจ.8	การใช้เกล็ดเลือด	137
ผจ.9	ระบบการจัดการเม็ดเลือดแดง	137
ผจ.10	เม็ดเลือดแดงเข้า	138
ผจ.11	การขอเม็ดเลือดแดง	138
ผจ.12	การเตรียมเม็ดเลือดแดง	138
ผจ.13	การใช้เม็ดเลือดแดง	139

สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ

PC	มาจากคำว่า	Platelet Concentrate
LDPC	มาจากคำว่า	Leukocyte Depleted Platelet Concentrate
LDPLT	มาจากคำว่า	Leukocyte Depleted Platelet Apheresis
PRC	มาจากคำว่า	Packed Red Cell
LPRC	มาจากคำว่า	Leukocyte Poor Packed Red Cell
LDPRC	มาจากคำว่า	Leukocyte Depleted Packed Red cell
FFP	มาจากคำว่า	Fresh Frozen Plasma
PCR	มาจากคำว่า	Plasma Cryo Reduced
CPDA1	มาจากคำว่า	Citrate Phosphate Dextrose1
CPDAS	มาจากคำว่า	Citrate Phosphate Dextrose AS Filter
HLA	มาจากคำว่า	Human Leukocyte Antigen
HPA	มาจากคำว่า	Human Platelet Antigens
NAT	มาจากคำว่า	Nucleic Acid Amplification Testing
CMIA	มาจากคำว่า	Chemiluminescent Microparticle Immunoassay
DNA	มาจากคำว่า	Deoxy-Ribonucleic Acid
RNA	มาจากคำว่า	Ribonucleic Acid
HIV Ab	มาจากคำว่า	HIV Antibody
XM	มาจากคำว่า	Crossmatch
IDEF0	มาจากคำว่า	Integration Definition Function Modeling
FIFO	มาจากคำว่า	First in First Out

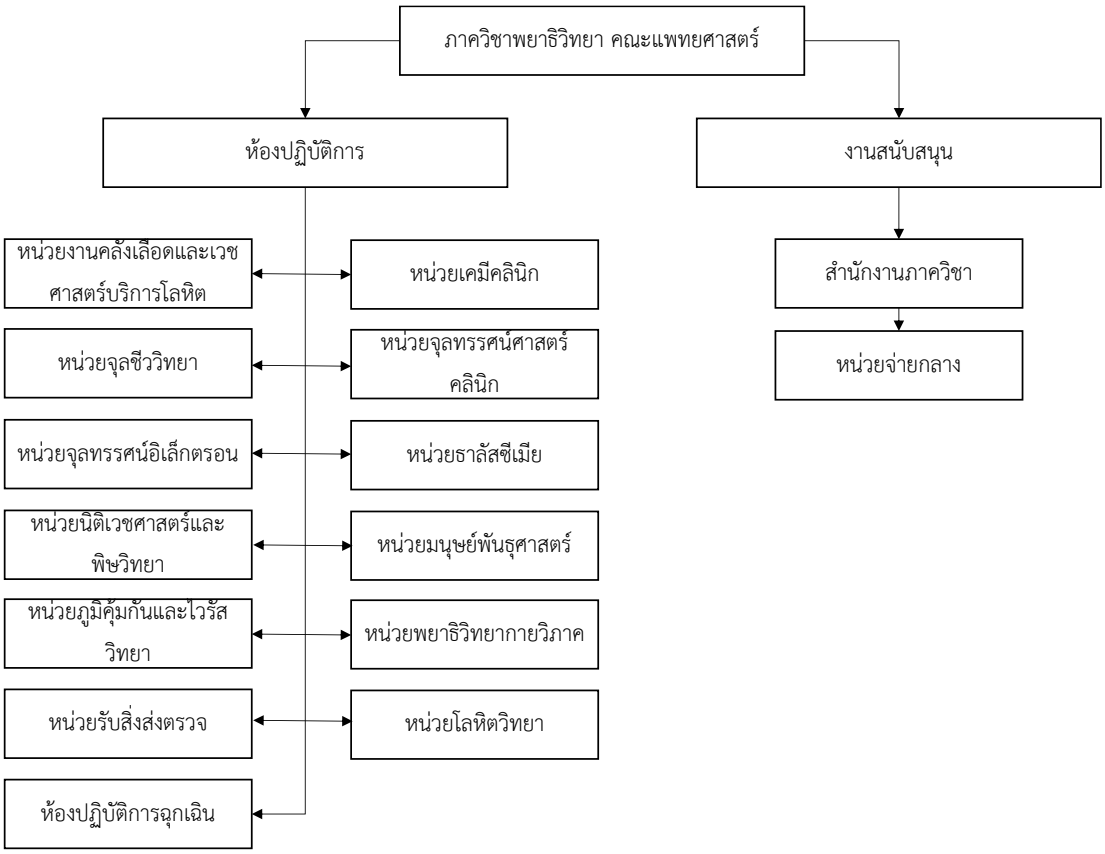
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

โรงพยาบาลสงขลานครินทร์เป็นโรงพยาบาลของรัฐบาลระดับตติยภูมิขั้นสูงและเป็นโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยแห่งแรกของภาคใต้ ก่อตั้งขึ้นเนื่องจากปัญหาการขาดแคลนบุคลากรทางด้านการแพทย์และสาธารณสุข รวมทั้งปัญหาด้านสาธารณสุขของภาคใต้ ดังนั้นสภามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์จึงได้ขอจัดตั้งคณะแพทยศาสตร์ขึ้นเพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนบุคลากรทางด้านการแพทย์และสาธารณสุข คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์มี 15 ภาควิชา ได้แก่ ภาควิชากายภาพบำบัด ภาควิชาวิสัญญีวิทยา ภาควิชาชีวเวชศาสตร์ ภาควิชาเวชศาสตร์ครอบครัวและเวชศาสตร์ป้องกัน ภาควิชาอายุรศาสตร์ ภาควิชาสูติศาสตร์-นรีเวชวิทยา ภาควิชาจักษุวิทยา ภาควิชาศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิกส์และกายภาพบำบัด ภาควิชาโสต ศอ นาสิกวิทยา ภาควิชาพยาธิวิทยา ภาควิชาจิตเวชศาสตร์ ภาควิชารังสีวิทยา ภาควิชาศัลยศาสตร์ ภาควิชากุมารเวชศาสตร์และภาควิชาเวชศาสตร์ฉุกเฉิน โรงพยาบาลสงขลานครินทร์เป็นโรงพยาบาลขนาด 853 เตียง ให้บริการรักษาพยาบาลผู้ป่วยนอก ผู้ป่วยใน ผู้ป่วยอุบัติเหตุและฉุกเฉินในสาขาต่าง ๆ ได้แก่ เวชปฏิบัติทั่วไป สูตินรีเวช ศัลยกรรม อายุรกรรม กุมารเวชกรรม ศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิกส์และกายภาพบำบัด ตา หูคอจมูกและจิตเวช นอกจากนี้ยังให้บริการคลินิกระงับปวดและฝังเข็ม รังสีรักษาและผ่าตัดแบบผู้ป่วยนอก มีศูนย์ความเป็นเลิศที่โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ได้จัดตั้งจำนวน 6 ศูนย์ ได้แก่ 1) ศูนย์โรคหัวใจและหลอดเลือดนราธิวาสราชนครินทร์ 2) สถาบันโรคทางเดินอาหารและตับ 3) ศูนย์โรคมะเร็ง 4) ศูนย์อุบัติเหตุ 5) ศูนย์ข้อมูลสารสนเทศและ 6) หน่วยชีวันตาภิบาล[1]

งานวิจัยเรื่องการลดปริมาณเลือดหมดอายุศึกษาภายใต้ภาควิชาพยาธิวิทยา มีหน่วยห้องปฏิบัติการ 13 หน่วยงาน ได้แก่ หน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต หน่วยจุลชีววิทยา หน่วยจุลทรรศน์อิเล็กตรอน หน่วยนิติเวชศาสตร์และพิษวิทยา หน่วยภูมิคุ้มกันและไวรัสวิทยา หน่วยรับสิ่งส่งตรวจ หน่วยเคมีคลินิก หน่วยจุลทรรศน์ศาสตร์คลินิก หน่วยธาลัสซีเมีย หน่วยมนุษย์พันธุศาสตร์ หน่วยพยาธิวิทยากายวิภาค หน่วยโลหิตวิทยาและห้องปฏิบัติการฉุกเฉิน ดังแสดงในรูปที่ 1.1 การศึกษานี้ศึกษาเฉพาะหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต เนื่องจากโรงพยาบาลสงขลานครินทร์เป็นของรัฐบาลระดับตติยภูมิขั้นสูงและเป็นโรงพยาบาลมหาวิทยาลัย ดังนั้นการบริการทางด้านการแพทย์ให้มีประสิทธิภาพจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เลือดถือเป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีความสำคัญสำหรับการรักษาชีวิตผู้ป่วยที่เข้ามารักษาในโรงพยาบาล ปัจจุบันผู้บริจาคเลือดให้กับโรงพยาบาลในแต่ละวันมีจำนวนมาก ทำให้บางช่วงของคลังเลือดมีเลือดมากเกินความต้องการใช้ของแพทย์ อีกทั้งบางวันโรงพยาบาลมีการผ่าตัดน้อย เลือดและส่วนประกอบของเลือดที่อยู่ในคลัง

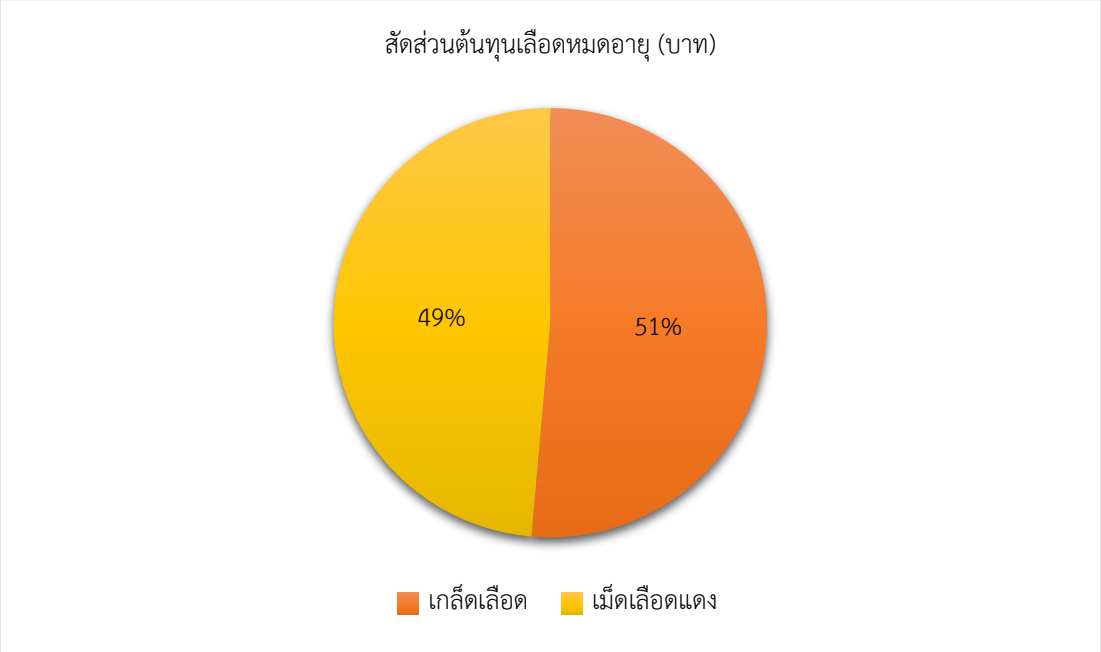
เลือดจะถูกใช้งานน้อย ทำให้เลือดในคลังมีมากเกินความต้องการใช้ การเก็บสำรองเลือดและส่วนประกอบของเลือดถือเป็นการเพิ่มต้นทุน แต่ในวันที่มีการผ่าตัดมากเลือดที่อยู่ในคลังเลือดจะถูกใช้งานมาก ทำให้เลือดที่อยู่ในคลังไม่เพียงพอต่อการใช้งานและเป็นปัญหาสำหรับการสำรองเลือดของหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต เลือดที่ได้จากผู้บริจาค 1 คน เมื่อนำไปผ่านกระบวนการตรวจโรค 4 โรค ได้แก่ เชื้อไวรัสตับอักเสบบี (virus-B) เชื้อไวรัสตับอักเสบซี (virus-C) เชื้อเอชไอวี (HIV) และเชื้อซิฟิลิสแล้วนำไปปั่นแยกและได้ส่วนประกอบหลัก 3 ชนิด แยกตามส่วนประกอบที่ได้มากที่สุด ได้แก่ 1) เม็ดเลือดแดง (red blood cell) ประกอบด้วย PRC LPRC และ LDPRC 2) เกล็ดเลือด (platelet) ประกอบด้วย PC LPRC และ LDPLT และ 3) พลาสมา (plasma) ประกอบด้วย FFP PCR และ Cryoprecipitate ตามลำดับ



รูปที่ 1.1 แผนผังหน่วยงานต่าง ๆ ของภาควิชาพยาธิวิทยา

เลือดและส่วนประกอบของเลือดมีอายุการใช้งานที่แตกต่างกัน เม็ดเลือดแดงมีอายุการใช้งาน 42 วัน เกล็ดเลือดมีอายุการใช้งาน 5 วัน และพลาสมามีอายุการใช้งาน 1 ปี ในปี พ.ศ. 2561 หน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต โรงพยาบาลสงขลานครินทร์มีปริมาณทิ้งเม็ดเลือดแดง 1,509 ยูนิต มูลค่าความเสียหาย 1,455,060 บาท และปริมาณทิ้งเกล็ดเลือด 2,170 ยูนิต มูลค่า

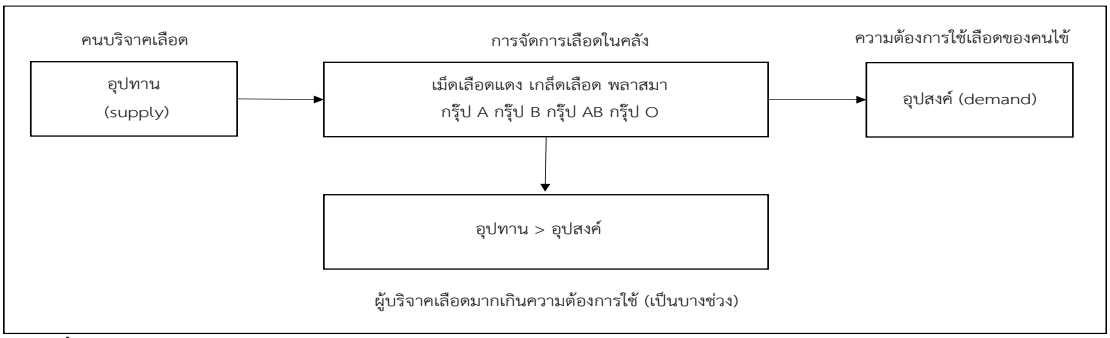
ความเสียหาย 2,212,260 บาท สัดส่วนต้นทุนเลือดหมดอายุดังแสดงในรูปที่ 1.2 ในส่วนพลาสมาเป็นส่วนประกอบเลือดที่มีปริมาณทิ้งต่ำ เนื่องจากพลาสมามีอายุการใช้งานนานและสามารถแยกส่วนประกอบของพลาสมาไปใช้งานอื่น ๆ ได้



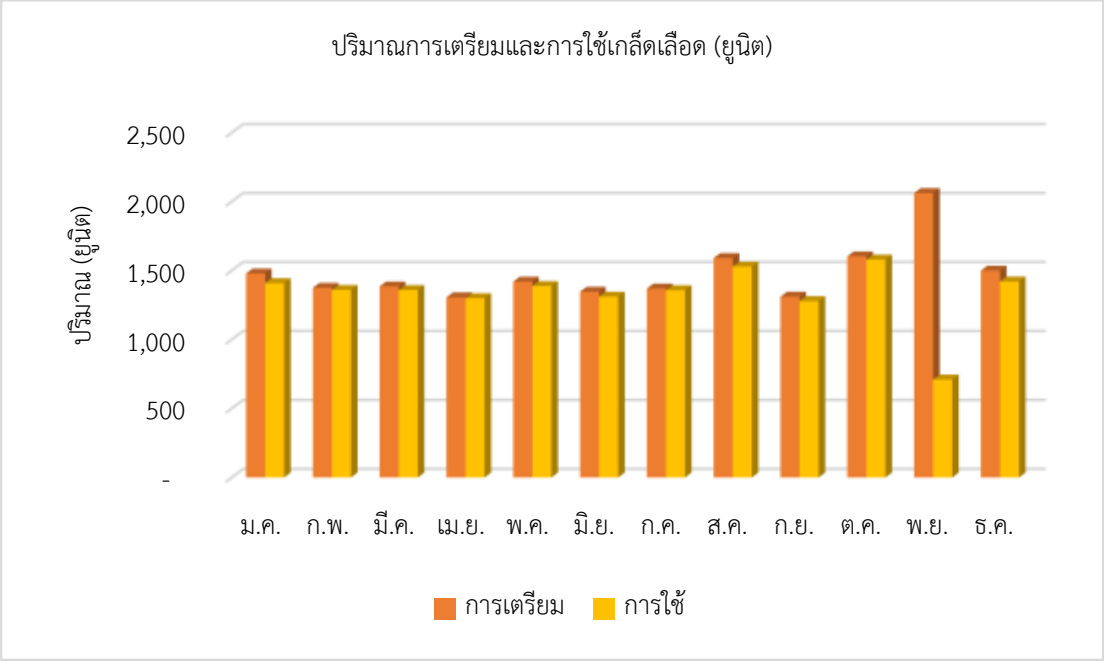
รูปที่ 1.2 สัดส่วนต้นทุนเลือดหมดอายุ ปี พ.ศ. 2561 ของหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต โรงพยาบาลสงขลานครินทร์

เลือดที่ได้จากผู้บริจาค เมื่อนำไปผ่านกระบวนการปั่นแยกส่วนประกอบหลัก 3 ชนิด ตามส่วนประกอบที่ได้มากที่สุด ได้แก่ 1) เม็ดเลือดแดง (red blood cell) แบ่งออกเป็น 3 ชนิดย่อย คือ เม็ดเลือดแดงอัดแน่น (packed red cell) เม็ดเลือดแดงเข้มข้นที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte poor packed red cell) เม็ดเลือดแดงที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการกรอง (leukocyte depleted packed red cell) 2) เกล็ดเลือด (platelet) แบ่งออกเป็น 3 ชนิดย่อย คือ เกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม (platelet concentrate) เกล็ดเลือดที่ขจัดเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte depleted platelet concentrate) เกล็ดเลือดจากการเจาะเก็บด้วยวิธีอาเฟอริซิซ (leukocyte depleted platelet apheresis) และ 3) พลาสมา (plasma) แบ่งออกเป็น 3 ชนิดย่อย คือ พลาสมาสดแช่แข็ง (fresh frozen plasma) พลาสมาที่แยกไครโอปรีซิปิเตทออก (plasma cryo reduced) และไครโอปรีซิปิเตท (cryo-precipitate) แต่ละส่วนประกอบแบ่งกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ กรุ๊ปบี กรุ๊ปเอบีและกรุ๊ปโอ ส่วนประกอบเลือดมีอายุการใช้งานที่แตกต่างกัน บางวันมีการผ่าตัดน้อย เลือดที่อยู่ในคลังเลือดจะถูกใช้งานน้อย ในวันที่มีการผ่าตัดหลาย

เคส เลือดในคลังเลือดไม่เพียงพอต่อการใช้งานทำให้เป็นปัญหาสำหรับการสำรองเลือด คือ อุปทาน (supply) ไม่เท่ากับอุปสงค์ (demand) ดังแสดงในรูปที่ 1.3 อีกทั้งเลือดที่ไม่ได้นำไปใช้งานทำให้เกิดเลือดหมดอายุและต้องไปทำลายทิ้ง การทำลายเลือดหมดอายุถือเป็นการเพิ่มต้นทุนเนื่องจากต้องนำเลือดหมดอายุเข้าสู่กระบวนการทางความร้อนเพื่อทำลายเชื้อแบคทีเรีย เกล็ดเลือดเป็นส่วนประกอบที่มีอายุการใช้งานน้อยที่สุดหลังจากผ่านกระบวนการปั่นแยกส่วนประกอบเลือดคือ 5 วัน ลักษณะการขอใช้เกล็ดเลือดเป็นดังนี้ เมื่อมีการขอเกล็ดเลือดจากแพทย์หน่วยงานคลังเลือดจะเตรียมให้เท่ากับจำนวนที่ขอ เช่น เมื่อมีการขอเกล็ดเลือดจำนวน 10 ยูนิต หน่วยงานคลังเลือดจะเตรียมเกล็ดเลือดจำนวน 10 ยูนิต และเมื่อมีการจ่ายเพื่อนำไปใช้แล้วไม่มีการส่งคืนกรณีใช้ไม่หมดเนื่องจากเกล็ดเลือดมีอายุการใช้งานที่สั้น โดยจะปล่อยทิ้งไว้ที่วอร์ดจนกว่าเกล็ดเลือดหมดอายุดังแสดงในรูปที่ 1.4

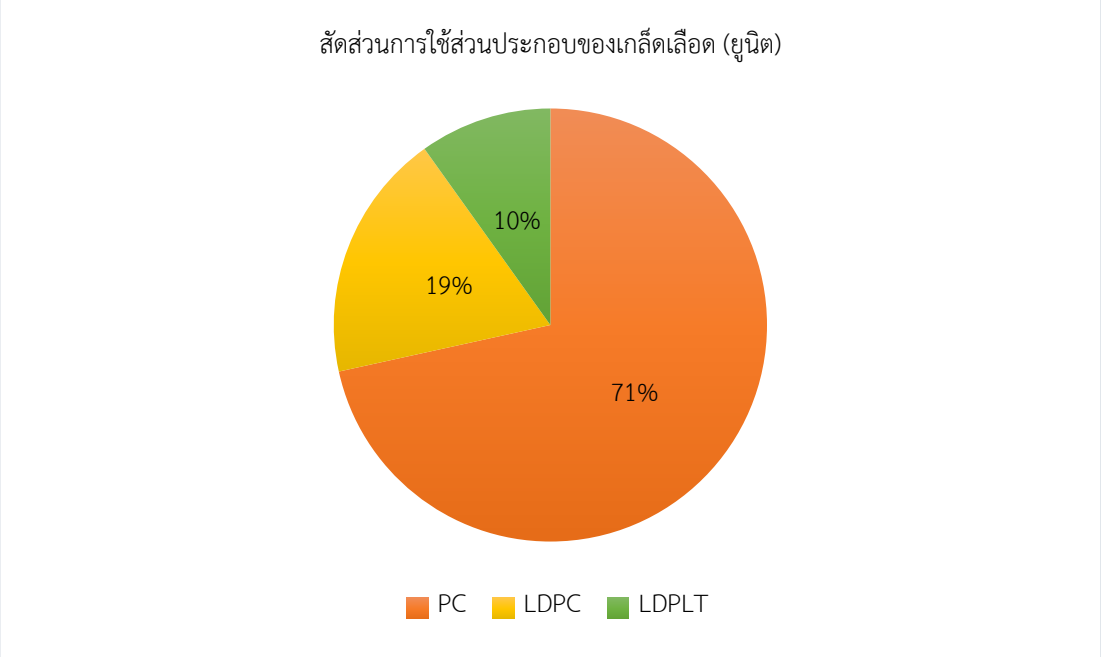


รูปที่ 1.3 อุปสงค์และอุปทานส่วนประกอบเลือดในหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต



รูปที่ 1.4 ปริมาณการเตรียมและการใช้เกล็ดเลือด ปี พ.ศ. 2561

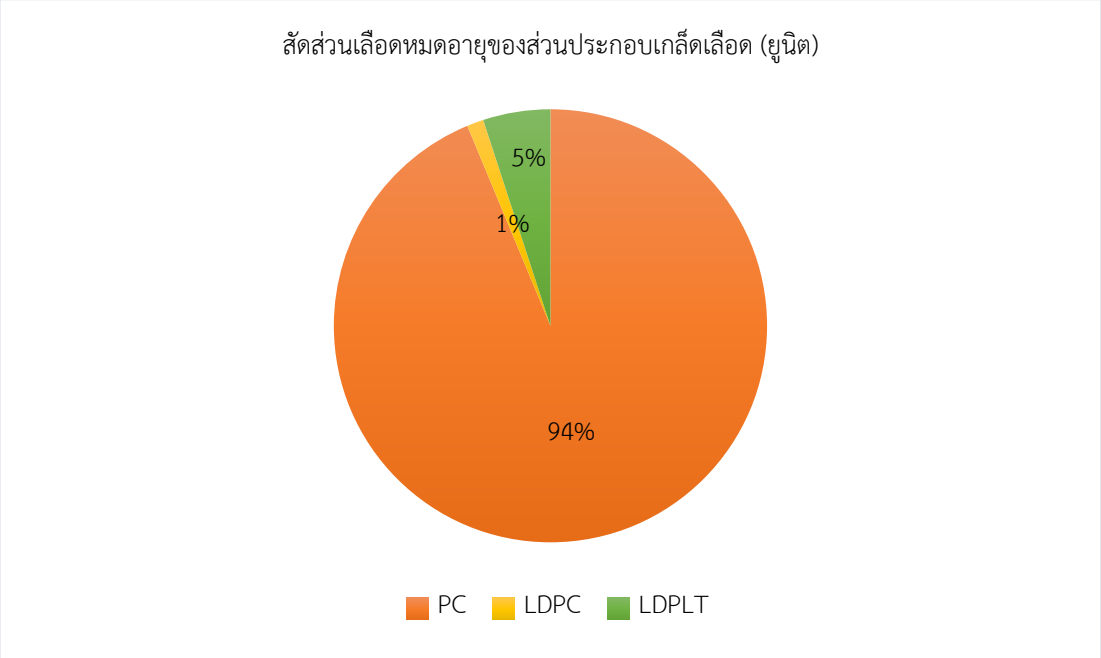
จากรูปที่ 1.4 เห็นได้ว่าการเตรียมเกล็ดเลือดและการใช้เกล็ดเลือดของแต่ละเดือนไม่ได้มีความแตกต่างกันเนื่องจากการใช้เกล็ดเลือดใกล้เคียงกับจำนวนที่ขอจริง ยกเว้นการเตรียมเกล็ดเลือดและการใช้เกล็ดเลือดในเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2561 มีความแตกต่างกันเนื่องจากช่วงของวันที่ 1 ถึง วันที่ 16 ระบบไม่มีการเก็บข้อมูลของแต่ละวัน มีข้อมูลเป็นศูนย์และระบบจะเริ่มนับเลขเพิ่มหลังจากวันที่ 17 ถึงวันที่ 30 โดยบวกการเตรียมเกล็ดเลือดของช่วงของวันที่ 1 ถึง วันที่ 16 และการใช้ระบบจะเริ่มนับตั้งแต่วันที่ 17 ถึงวันที่ 30 ไม่มีการบวกเลขการใช้เกล็ดเลือดช่วงของวันที่ 1 ถึงวันที่ 16 ดังนั้นจึงทำให้การเตรียมเกล็ดเลือดและการใช้เกล็ดเลือดในเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2561 มีความแตกต่างกัน ส่วนประกอบย่อยของเกล็ดเลือดที่มีการใช้งานมากที่สุด ได้แก่ เกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม (platelet concentrate, PC) เกล็ดเลือดที่ขจัดเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte depleted platelet concentrate, LDPC) และเกล็ดเลือดจากการเจาะเก็บด้วยวิธีอาเฟอริซิซ (leukocyte depleted platelet apheresis, LDPLT) ตามลำดับ ดังแสงในรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 สัดส่วนการใช้ส่วนประกอบของเกล็ดเลือด ปี พ.ศ. 2561

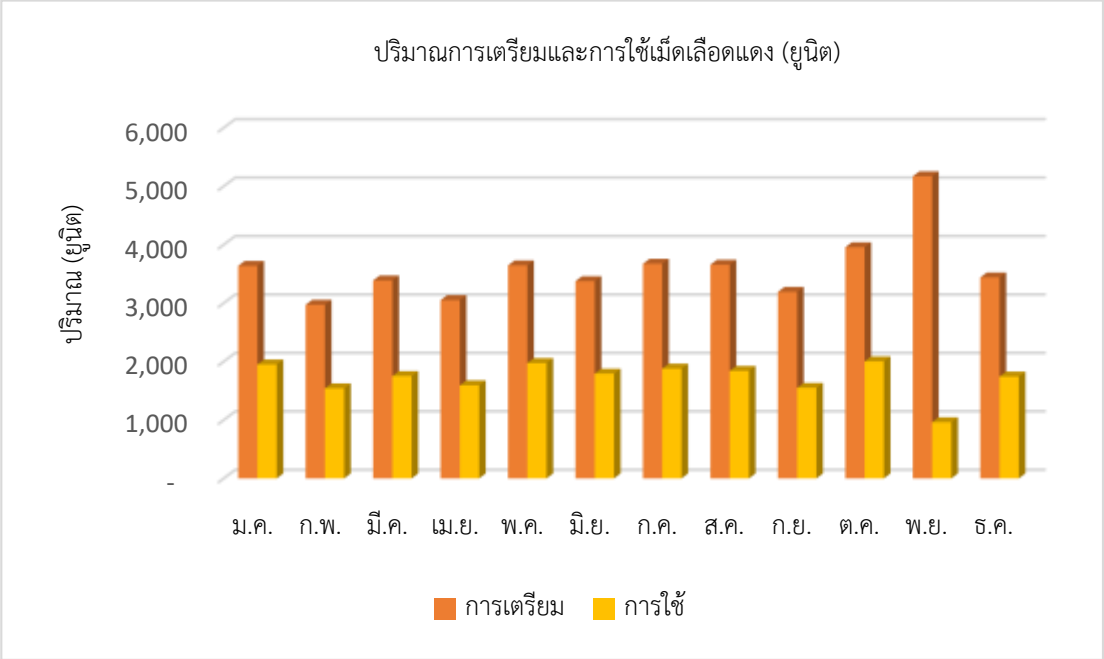
ในปี พ.ศ. 2561 ปริมาณการทิ้งเกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม (platelet concentrate, PC) เท่ากับ 2,034 ยูนิต มูลค่าความเสียหาย 935,640 บาท ปริมาณการทิ้งเกล็ดเลือดที่ขจัดเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte depleted platelet concentrate, LDPC) เท่ากับ 27 ยูนิต มูลค่าความเสียหาย 34,020 บาท และปริมาณการทิ้งเกล็ดเลือดจากการเจาะเก็บ

ด้วยวิธีอาเฟอริซิซ (leukocyte depleted platelet apheresis, LDPLT) เท่ากับ 109 ยูนิต มูลค่าความเสียหาย 1,242,600 บาท ดังแสดงในรูปที่ 1.6

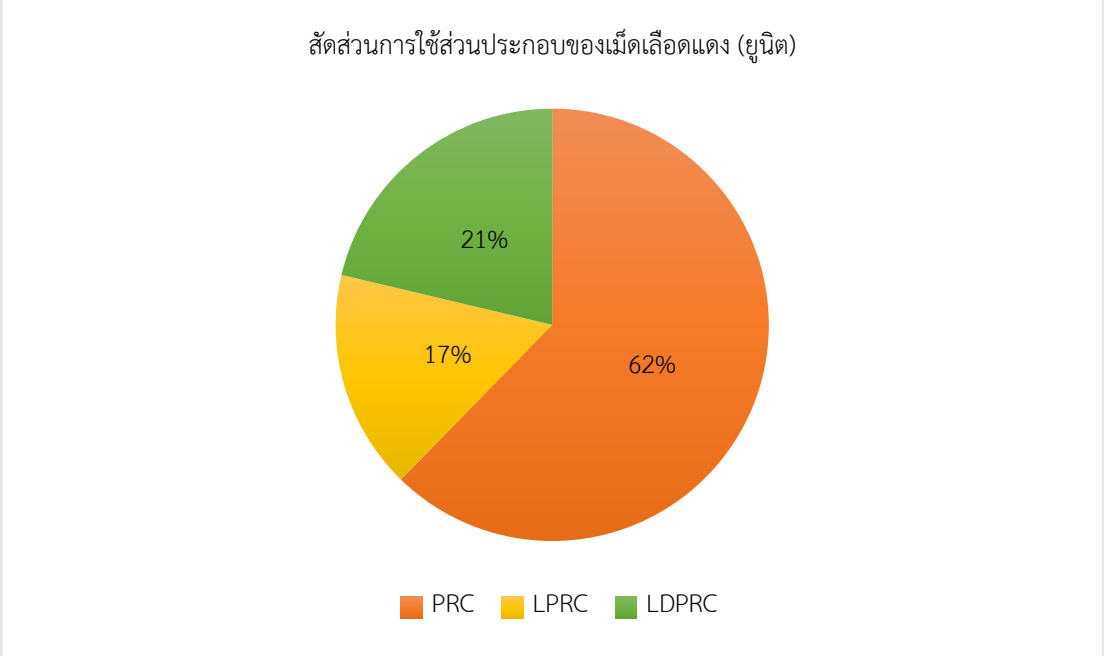


รูปที่ 1.6 สัดส่วนเลือดหมดอายุของส่วนประกอบเกล็ดเลือด ปี พ.ศ. 2561

เม็ดเลือดแดงเป็นส่วนประกอบที่มีอายุการใช้งานมากกว่าเกล็ดเลือด คือ 42 วัน ลักษณะการขอใช้เม็ดเลือดแดงเป็นดังนี้ เมื่อมีการขอเม็ดเลือดแดงจากแพทย์ หน่วยคลังเลือดจะเตรียมเม็ดเลือดแดงเท่ากับจำนวนที่ขอเช่นเดียวกับเกล็ดเลือดแต่จะมีความแตกต่างกันที่เมื่อมีการจ่ายเพื่อนำไปใช้แล้ว เมื่อใช้ไม่หมดอาจจะมีการส่งคืนเนื่องจากอายุการใช้งานที่มากกว่าเกล็ดเลือด ดังแสดงในรูปที่ 1.7 เห็นได้ว่าส่วนประกอบเม็ดเลือดแดงมีปริมาณการเตรียมสูงเมื่อเทียบกับปริมาณการใช้แตกต่างกันทุกเดือนทำให้ต้องมีการสำรองเม็ดเลือดแดงจำนวนมากเมื่อใช้เม็ดเลือดแดงไม่ทันกับอายุการใช้งาน 42 วัน ทำให้เกิดเลือดหมดอายุ และปริมาณการเตรียมการใช้เม็ดเลือดแดงในเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2561 ที่มีความแตกต่างจากเดือนอื่น ๆ เนื่องจากความผิดพลาดในระบบการจัดเก็บข้อมูลดังได้อธิบายในหน้าที่ 5 ส่วนประกอบย่อยของเม็ดเลือดแดงที่มีการใช้งานมากที่สุด ได้แก่ เม็ดเลือดแดงอัดแน่น (packed red cell, PRC) เม็ดเลือดแดงเข้มข้นที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte poor packed red cell, LPRC) และเม็ดเลือดแดงที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการกรอง (leukocyte depleted packed red cell, LDPRC) ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 1.8



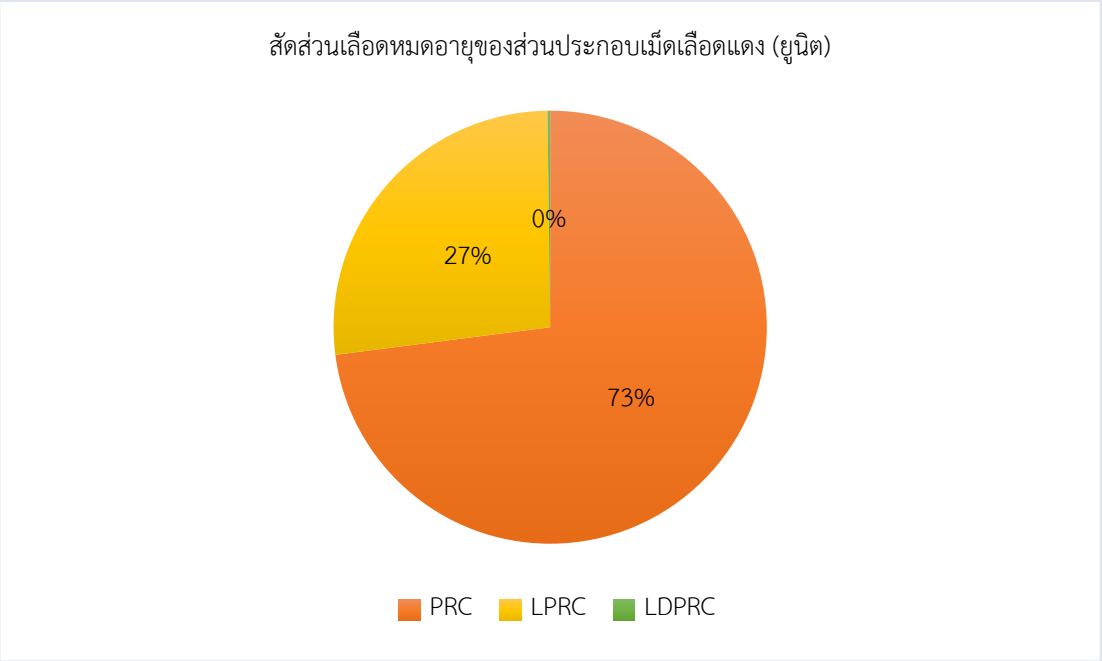
รูปที่ 1.7 ปริมาณการเตรียมและการใช้เม็ดเลือดแดง ปี พ.ศ. 2561



รูปที่ 1.8 สัดส่วนการใช้ส่วนประกอบของเม็ดเลือดแดง ปี พ.ศ. 2561

ในปี พ.ศ. 2561 ปริมาณการทิ้งเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (packed red cell, PRC) เท่ากับ 1,101 ยูนิต มูลค่าความเสียหาย 1,034,940 บาท ปริมาณการทิ้งเม็ดเลือดแดงเข้มข้นที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte poor packed red cell, LPRC) เท่ากับ 405 ยูนิต มูลค่าความ

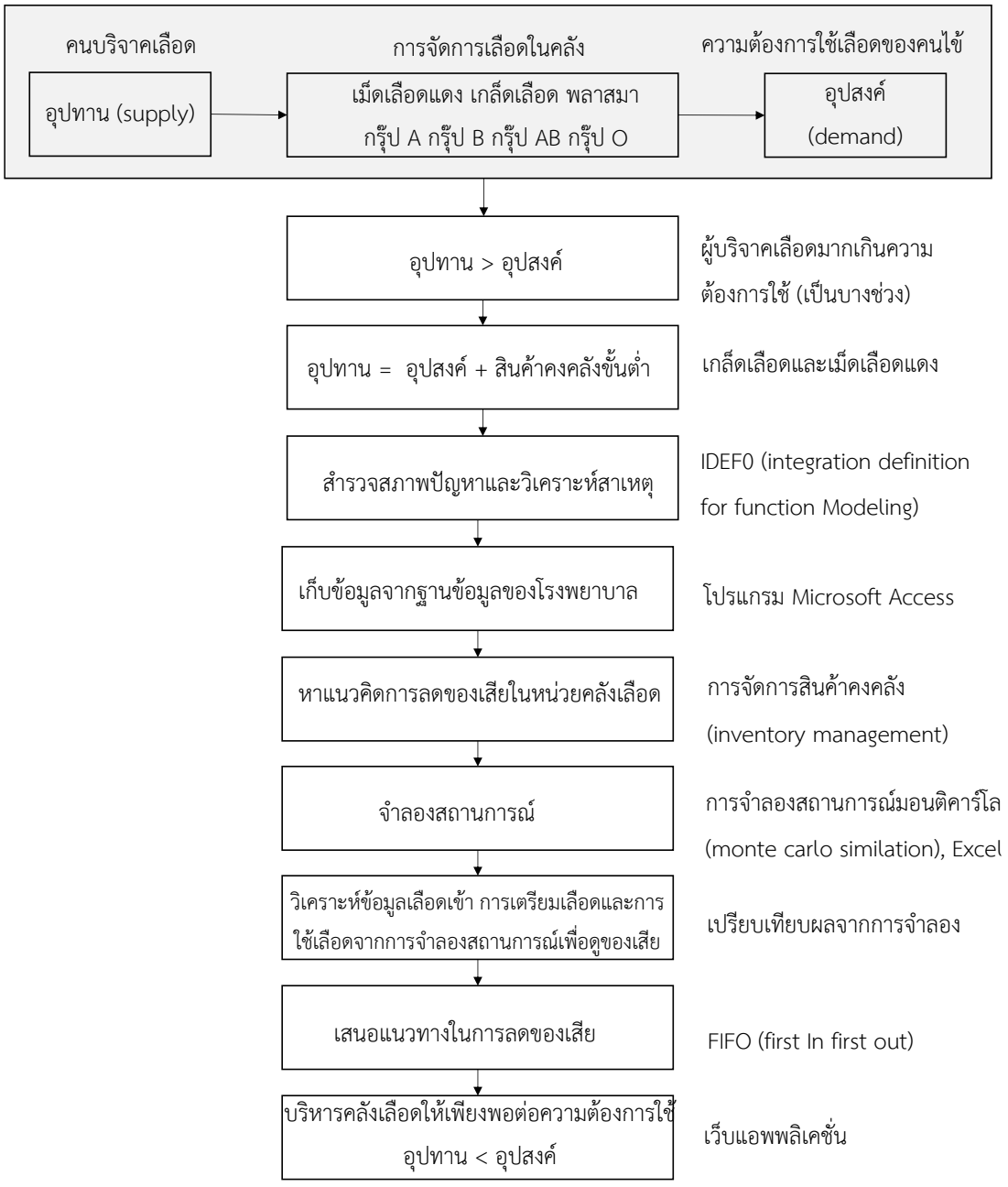
เสียหาย 413,100 บาท และปริมาณการทิ้งเม็ดเลือดแดงที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการกรอง (leukocyte depleted packed red cell, LDPRC) เท่ากับ 3 ยูนิต มูลค่าความเสียหาย 7,020 บาท ดังแสดงในรูปที่ 1.9 จากข้อมูลการเตรียมเลือดและการใช้เลือดของเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง พบว่าปริมาณการเตรียมเกล็ดเลือดและการใช้เกล็ดเลือดไม่แตกต่างกัน เนื่องจากหน่วยงานคลังเลือดจะเตรียมเกล็ดเลือดตามคำยืนยันจากแพทย์โดยไม่อ้างอิงใบขอเลือด ต่างจากเม็ดเลือดแดงที่หน่วยงานคลังเลือดต้องเตรียมเลือดให้เท่ากับจำนวนใบขอเลือดทำให้มีปริมาณการเตรียมที่สูงมากกว่าการใช้งานเลือดจริง



รูปที่ 1.9 สัดส่วนเลือดหมดอายุของส่วนประกอบเม็ดเลือดแดง ปี พ.ศ. 2561

งานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงที่มีอายุการใช้งาน 5 วัน และ 42 วัน แยกส่วนประกอบเลือดและกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ (ABO) มีกรอบแนวคิดการวิจัย (conceptual framework) โดยเริ่มจากสำรวจสภาพปัจจุบันและวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุ เก็บข้อมูลจากระบบการจัดการฐานข้อมูลของโรงพยาบาล หาแนวคิดการลดของเสียภายในหน่วยคลังเลือด จำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล (monte carlo simulation) วิเคราะห์ผลโดยนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบ เสนอแนวทางในการลดของเสียและบริหารคลังเลือดให้เพียงพอต่อความต้องการใช้ ดังแสดงในรูปที่ 1.10 งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียภายในหน่วยคลังเลือดและบริหารคลังเลือดให้เกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงมีเพียงพอต่อความต้องการใช้ของแพทย์ ทำให้หน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ทราบข้อมูลเกี่ยวกับการเตรียมเกล็ด

เลือดและเม็ดเลือดแดงที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานที่เพียงพอและปลอดภัยโดยไม่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุ



รูปที่ 1.10 กรอบแนวคิดการวิจัย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อลดปริมาณเลือดหมดอายุในหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต

1.2.2 เพื่อบริหารคลังเลือดให้มีเลือดเพียงพอต่อความต้องการใช้ของแพทย์

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 หน่วยคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต ภาควิชาพยาธิวิทยา โรงพยาบาลสงขลานครินทร์

1.3.2 ศึกษาพฤติกรรมและปริมาณการใช้เกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง แยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ของหน่วยคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต ภาควิชาพยาธิวิทยา โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ และวิเคราะห์หาปริมาณเลือดสำรองที่เหมาะสม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1.4.1 ของเสียภายในหน่วยคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตลดลง

1.4.2 สามารถสำรองเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงให้เพียงพอต่อการใช้งานโดยไม่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุ

1.4.3 ต้นทุนการสำรองเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงลดลง

1.4.4 ต้นทุนการทำลายเลือดหมดอายุลดลง

1.4.5 แนวทางการบริหารคลังเลือด

1.5 ขั้นตอนวิธีวิจัย

1.5.1 สำรวจสภาพปัจจุบันของหน่วยคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต

1.5.2 วิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุ

1.5.3 เก็บข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้เลือดจากระบบการจัดการฐานข้อมูลของโรงพยาบาล

1.5.4 หาแนวทางการลดของเสียภายในหน่วยคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต

1.5.5 จำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล (monte carlo simulation)

1.5.6 วิเคราะห์ข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้เลือดจากการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลเพื่อเปรียบเทียบผล

1.5.7 เสนอแนวทางในการลดปริมาณเลือดหมดอายุ

1.5.8 เสนอแนวทางบริหารคลังเลือดให้เพียงพอต่อความต้องการใช้

1.5.9 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่องการลดปริมาณเลือดหมดอายุภายในหน่วยคลังเลือดมีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียภายในหน่วยคลังเลือดและบริหารคลังเลือดให้มีเลือดเพียงพอต่อความต้องการใช้ของเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง ทำให้หน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ทราบข้อมูลเกี่ยวกับการเตรียมเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานที่เพียงพอและปลอดภัยโดยไม่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุ มีทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เลือด (blood) เครื่องมือ IDEF0 (integration definition function modeling) Microsoft Access การจัดการสินค้าคงคลัง (inventory management) การจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล (monte carlo simulation) Microsoft Excel เว็บแอพพลิเคชั่น(web application) และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 เลือด (blood)

เลือดเป็นของเหลวชนิดหนึ่งในร่างกายที่ไหลเวียนไปทั่วร่างกายของมนุษย์ อาศัยเส้นเลือดขนาดต่าง ๆ ประกอบด้วย น้ำเลือด เกล็ดเลือด เซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว ในร่างกายของมนุษย์มีเลือดอยู่ประมาณ 5 ลิตรหรือคิดเทียบกับน้ำหนักตัวเท่ากับร้อยละ 7 ถึง 8 ของน้ำหนักตัว ในเพศชายมีปริมาณเลือด 5 ถึง 6 ลิตรและเพศหญิงมีปริมาณเลือด 4 ถึง 5 ลิตร [2] เลือดที่ไหลเวียนอยู่ในร่างกายของมนุษย์มีหน้าที่ 4 อย่าง ได้แก่

1. เม็ดเลือดแดงขนส่งก๊าซออกซิเจนจากการหายใจเข้าและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจออก
2. น้ำเลือดขนส่งอาหารโดยสารอาหารจะถูกดูดซึมจากกระเพาะอาหารและลำไส้เข้าสู่กระแสเลือด
3. น้ำเลือดรักษาสมดุลของน้ำและเกลือแร่เพื่อปรับระดับของอุณหภูมิในร่างกายมนุษย์ให้มีความคงที่ด้วยการไหลเวียนของเลือดไปทั้งร่ายกาย
4. เม็ดเลือดขาวทำหน้าที่ป้องกันการติดเชื้อและสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย

กรุ๊ปเลือด คือ สิ่งที่บอกความแตกต่างของเลือดด้วยวิธีการเจาะเลือดโดยการดูสารแอนติเจน (antigens) และความแตกต่างของเลือดที่ระบุกรุ๊ปเลือดดูจากสาร 2 ชนิด คือ แอนติเจน (antigens) และแอนติบอดี (antibodies)

1. แอนติเจน (antigens) คือ โมเลกุลของโปรตีนที่พบอยู่ที่ผิวบริเวณด้านนอกของเซลล์เม็ดเลือดแดง ความแตกต่างของแอนติเจนถูกถ่ายทอดทางพันธุกรรม

2. แอนติบอดี (antibodies) คือ แอนติบอดีจะมีอยู่ในส่วนประกอบของเลือด คือ น้ำเลือด

เมื่อได้รับเลือดจากผู้บริจาคเลือดก่อนนำไปจ่ายให้กับผู้ป่วย ต้องนำเลือดไปผ่านกระบวนการตรวจโรค 4 โรค ได้แก่ เชื้อไวรัสตับอักเสบบี เชื้อไวรัสตับอักเสบซี เชื้อเอชไอวี เชื้อซิฟิลิส จากนั้นนำไปปั่นแยกส่วนประกอบ ได้ส่วนประกอบหลัก คือ เม็ดเลือดแดง เกล็ดเลือดและพลาสมา การแยกส่วนประกอบเป็นการใช้เลือดที่เหมาะสมใช้ได้ตรงตามอาการของผู้ป่วยและเป็นการใช้เลือดอย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนประกอบของเลือดแบ่งออก 3 ส่วนใหญ่ ๆ คือ เม็ดเลือดแดง เกล็ดเลือดและพลาสมา

1. เม็ดเลือดแดง คือ ส่วนที่เป็นเซลล์มีลักษณะเป็นสีแดงประกอบด้วยเม็ดเลือดแดงใช้กับผู้ป่วยที่เสียเลือดอย่างฉับพลัน
2. เกล็ดเลือด คือ ส่วนที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการแข็งตัวของเลือดโดยจะรวมตัวเป็นก้อนแข็งอุดบริเวณที่หลอดเลือดถูกตัดหรือฉีกขาดทำให้เลือดหยุดไหล
3. พลาสมาหรือน้ำเหลือง คือ ส่วนที่เป็นของเหลวแยกออกจากเซลล์เม็ดเลือดเป็นของเหลวสีเหลืองอ่อนค่อนข้างใส พลาสมาประกอบด้วยน้ำ สารชีวเคมี เอนไซม์ ฮอร์โมน แอลบูมิน อิมมูโนโกลบูลินชนิดต่าง ๆ และสารที่ช่วยให้เกิดการแข็งตัวของเลือด เป็นส่วนที่เก็บได้ง่ายและสะดวกกว่าเม็ดเลือดแดง ในกรณีฉุกเฉินสามารถใช้พลาสมาแทนเลือดได้

เลือดที่ได้จากผู้บริจาคเลือด 1 คน เรียกว่าโลหิตรวม (whole blood) หลังจากผ่านกระบวนการตรวจโรค 4 โรค ได้แก่ เชื้อไวรัสตับอักเสบบี เชื้อไวรัสตับอักเสบซี เชื้อเอชไอวีและเชื้อซิฟิลิส นำไปปั่นแยกได้ส่วนประกอบหลัก 3 ชนิด แยกตามส่วนประกอบที่ได้มากที่สุด ได้แก่ เม็ดเลือดแดง (red blood cell) เกล็ดเลือด (platelet) และพลาสมา (plasma) ตามลำดับ [3] งานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง ในส่วนของพลาสมาเป็นส่วนประกอบที่มีปริมาณทิ้งต่ำเนื่องจากมีอายุการใช้งานนานและสามารถแยกส่วนประกอบของพลาสมาไปใช้งานได้จึงไม่ได้นำมาพิจารณา

2.1.1.1 เกล็ดเลือด (platelet)

เกล็ดเลือดเป็นส่วนประกอบที่มีอายุการใช้งานน้อยที่สุดหลังจากปั่นแยกส่วนประกอบเลือด เกล็ดเลือดมีอายุการใช้งาน 5 วัน เนื่องจากการเก็บเกล็ดเลือดนานมีความเสี่ยงต่อการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อน ทำให้ผู้ป่วยอาจได้รับการติดเชื้อและเกิดภาวะ septicemia คือ การติดเชื้อแบคทีเรียในกระแสเลือดและกระจายไปทั่วร่างกาย ผู้ป่วยมักเกิดการติดเชื้อแบคทีเรียที่ส่วนใดส่วนหนึ่งก่อน จากนั้นแบคทีเรียจึงแทรกซึมเข้าสู่กระแสเลือดและก่อให้เกิดความผิดปกติแก่ร่างกาย เช่น มีการอักเสบ ลิ่มเลือดอุดตัน อวัยวะต่างๆ ล้มเหลว [3] เป็นต้น ดังนั้น

การเก็บเกล็ดเลือดต้องเก็บในตู้แช่อุณหภูมิ 20 ถึง 24 องศาเซลเซียส มีการเขย่าตลอดเวลา เกล็ดเลือดแบ่งออกเป็นส่วนประกอบย่อย 3 ชนิด คือ เกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม (platelet concentrate) เกล็ดเลือดที่เตรียมจากการรวม buffy coat ที่ขจัดเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte poor pooled platelet concentrate) และเกล็ดเลือดจากการเจาะเก็บด้วยวิธีอาเฟอริซิซ (leukocyte depleted platelet apheresis)

ก) เกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม (platelet concentrate)

เกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม คือ ส่วนประกอบเลือดชนิดเกล็ดเลือดได้จากการปั่นแยกเลือด 1 ถุง ประกอบด้วยเซลล์ของเกล็ดเลือดอย่างน้อย $5.5x10^{10}$ ตัวต่อยูนิต ในพลาสมา 50 ถึง 60 มิลลิลิตร เกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวมมีเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาวเหลืออยู่แต่เม็ดเลือดแดงต้องน้อยกว่า $1.2x10^{9}$ มีเม็ดเลือดขาวน้อยกว่า $0.12x10^{9}$ยูนิต การเก็บรักษาควรเก็บที่ตู้เก็บเกล็ดเลือดอุณหภูมิ 20 ถึง 24 องศาเซลเซียส มีการเขย่าตลอดเวลา เกล็ดเลือดมีอายุการใช้งาน 5 วัน และการเก็บเกล็ดเลือดนานมีความเสี่ยงต่อการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนอาจทำให้ผู้ป่วยที่ได้รับเกล็ดเลือดติดเชื้อและเกิดภาวะ septicemia ได้ เกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม ใช้ในการรักษาภาวะเลือดออกเนื่องจากเกล็ดเลือดต่ำหรือเกล็ดเลือดทำงานผิดปกติและป้องกันภาวะเลือดออกในผู้ป่วยที่มีแนวโน้มเกล็ดเลือดต่ำ เช่น โรคไขกระดูกล้มเหลวและขนาดการรักษา (therapeutic dose) 1 ยูนิตต่อน้ำหนักตัว 10 กิโลกรัมในผู้ใหญ่ที่มีน้ำหนักตัวประมาณ 60 ถึง 70 กิโลกรัม จะเท่ากับ 4 ถึง 6 ถุง มีจำนวนเกล็ดเลือดรวม $240x10^{9}$ ในปริมาณนี้สามารถเพิ่มปริมาณเกล็ดเลือดในผู้ป่วยได้ 2 ถึง $40x10^{9}$ ลิตร

ข) เกล็ดเลือดที่เตรียมจากการรวม buffy coat ที่ขจัดเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte poor pooled platelet concentrate)

เกล็ดเลือดที่เตรียมจากการรวม buffy coat ที่ขจัดเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น คือ เกล็ดเลือดจากวิธีการ buffy coat ผู้บริจาคกรุ๊ปเลือดเดียวกัน 4 ถึง 6 ยูนิต มีส่วนประกอบของพลาสมาที่ใช้ในการเก็บรักษาเกล็ดเลือด 1 ยูนิต นำมาปั่นแยกส่วนประกอบด้วยวิธีการปั่นเบาแล้วบีบแยกเฉพาะส่วนประกอบของพลาสมาที่มีเกล็ดเลือดออก ส่วนที่ทิ้งคือเม็ดเลือดขาว LDPC จะมีเกล็ดเลือดมากกว่า $2.4x10^{11}$ เซลล์ต่อยูนิต และมีเม็ดเลือดขาวไม่เกิน $5x10^{8}$ เซลล์ต่อยูนิต การเก็บรักษาเช่นเดียวกับเกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม คือ ตู้เก็บเกล็ดเลือดอุณหภูมิ 20 ถึง 24 องศาเซลเซียส มีการเขย่าตลอดเวลา มีอายุการใช้งาน 3 ถึง 5 วัน ขึ้นอยู่กับชนิดของพลาสติกที่ใช้ผลิตถุงจึงต้องมีการดูวันหมดอายุจากแหล่งผลิต เพราะการเก็บเกล็ดเลือดนานมีความเสี่ยงต่อการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนอาจทำให้ผู้ป่วยได้รับเกล็ดเลือดติดเชื้อและเกิดภาวะ septicemia ได้ เกล็ดเลือดที่เตรียมจากการรวม buffy coat ที่ขจัดเม็ดเลือดขาวด้วยการ

ปั่น ใช้รักษาภาวะเลือดออกเนื่องจากเกล็ดเลือดต่ำหรือเกล็ดเลือดทำงานผิดปกติและป้องกันภาวะเลือดออกในผู้ป่วยที่มีแนวโน้มเกล็ดเลือดต่ำเช่นเดียวกับเกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม

ค) เกล็ดเลือดจากการเจาะเก็บด้วยวิธีอาเฟอริซิซ (leukocyte depleted platelet apheresis)

เกล็ดเลือดจากการเจาะเก็บด้วยวิธีอาเฟอริซิซ คือ เกล็ดเลือดจากผู้บริจาค 1 คน ได้จากการเจาะเก็บวิธีพิเศษ คือ วิธีการเจาะเกล็ดเลือดแบบอาเฟอริซิซ เป็นการเจาะเลือดแยกเก็บเฉพาะเกล็ดเลือดอย่างเดียว การเก็บรักษาควรเก็บในตู้เก็บเกล็ดเลือดอุณหภูมิ 20 ถึง 24 องศาเซลเซียส มีการเขย่าตลอดเวลา เกล็ดเลือดจากการเจาะเก็บด้วยวิธีอาเฟอริซิซเหมาะสำหรับผู้ป่วยที่ต้องการใช้เกล็ดเลือดจำนวนมากหรือต้องได้รับเกล็ดเลือดอย่างต่อเนื่องเพราะการให้เกล็ดเลือดอาเฟอริซิซ จะลด exposure ต่อเอนติเจนของเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดขาว

2.1.1.2 เม็ดเลือดแดง (red blood cell)

เม็ดลือดแดงเป็นส่วนประกอบที่มีอายุการใช้งาน 42 วัน เม็ดเลือดแดงแบ่งออกเป็นส่วนประกอบย่อย 3 ชนิด คือ เม็ดเลือดแดงอัดแน่น (packed red cell) เม็ดเลือดแดงเข้มข้นที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte poor packed red cell) และเม็ดเลือดแดงที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการกรอง (leukocyte depleted packed red cell)

ก) เม็ดเลือดแดงอัดแน่น (packed red cell)

เม็ดเลือดแดงอัดแน่น คือ ส่วนประกอบเลือดหลังการปั่นแยกให้เม็ดเลือดแดงตกตะกอนอัดแน่นและบีบส่วนประกอบพลาสมาบางส่วนออก ประกอบด้วยเม็ดเลือดอัดแน่นประมาณ 150 ถึง 200 มิลลิลิตร มีพลาสมาเหลือน้อย ฮีโมโกลบินประมาณ 45 กรัมต่อยูนิต สำหรับการเจาะเก็บเลือด 450 มิลลิลิตร และฮีโมโกลบินประมาณ 35 กรัมต่อยูนิต สำหรับการเจาะเก็บเลือด 350 มิลลิลิตร ควรเก็บรักษาอุณหภูมิในตู้เย็นเก็บเลือด 1 ถึง 6 องศาเซลเซียส และการใช้เม็ดเลือดแดงอัดแน่นเพื่อทดแทนเม็ดเลือดแดงในผู้ป่วยโลหิตจาง [4]

ข) เม็ดเลือดแดงเข้มข้นที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte poor packed red cell)

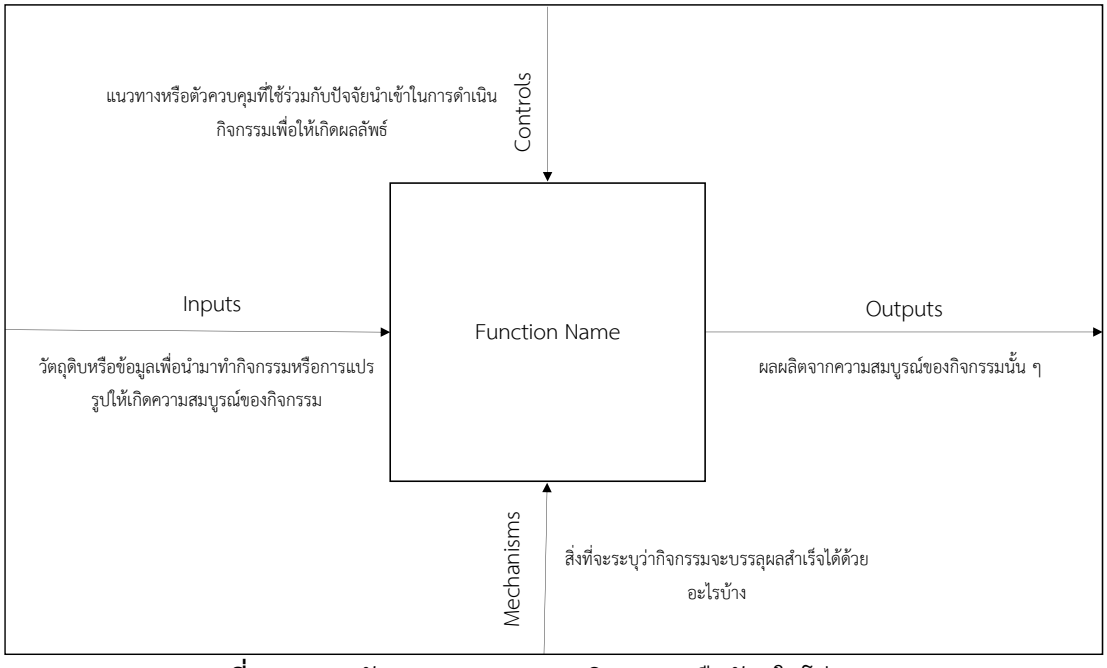
เม็ดเลือดแดงเข้มข้นที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น คือ เลือดชนิดเม็ดเลือดแดงที่ขจัดเม็ดเลือดขาวออกด้วยวิธีการปั่นแยก (leukocyte remove by centrifugation) มีจำนวนเม็ดเลือดขาวเหลือประมาณ $1.2x10^9$ เซลล์ต่อยูนิต และมีฮีโมโกลบินประมาณ 40 กรัมต่อยูนิต การเก็บรักษาเช่นเดียวกับเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (packed red cell) คือ เก็บรักษาอุณหภูมิในตู้เย็นเก็บเลือด 1 ถึง 6 องศาเซลเซียส

ค) เม็ดเลือดแดงที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการกรอง (leukocyte depleted packed red cell)

เม็ดเลือดแดงที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการกรอง คือ เลือดชนิดเม็ดเลือดแดงที่ขจัดเม็ดเลือดขาวออกด้วยวิธีการกรอง (leukocyte filtration) มีจำนวนเม็ดเลือดขาวเหลือประมาณ $5.0x10^6$ เซลล์ต่อยูนิต และค่าฮีโมโกลบินประมาณ 40 กรัมต่อยูนิต การเก็บรักษาเช่นเดียวกับเม็ดเลือดแดงอัดแน่น คือ เก็บรักษาอุณหภูมิในตู้เย็นเก็บเลือด 1 ถึง 6 องศาเซลเซียส

2.1.2 IDEF0 (integration definition function modeling)

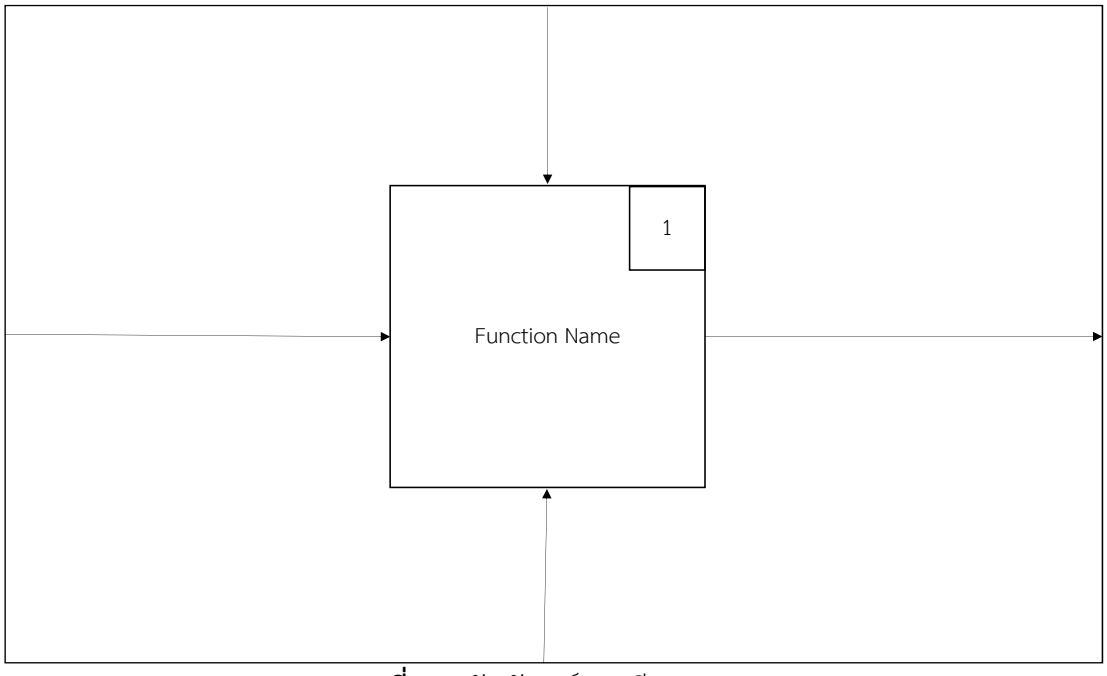
IDEF0 (integration definition function modeling) เป็นเครื่องมือที่ใช้ทำแผนผังในกระบวนการแสดงกิจกรรมหรือวัสดุในโซ่อุปทานในรูปของปัจจัยนำเข้า (inputs) ตัวขับเคลื่อน (mechanisms) ตัวควบคุม (controls) และผลลัพธ์ (outputs) การเขียน IDEF0 เป็นการจำลองกิจกรรมที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริงแสดงการไหลของข้อมูลสารสนเทศและวัสดุในโซ่อุปทานของระบบ IDEF0 เป็นเครื่องมือที่ใช้งานอย่างกว้างขวางและเข้าใจง่ายสำหรับการวิเคราะห์ปัญหาโดยการสร้างแผนผังแสดงฟังก์ชันของระบบผ่านรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าและการเชื่อมต่อระหว่างฟังก์ชันกับสภาพแวดล้อมภายนอกแสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แผนผังกระบวนการแสดงกิจกรรมหรือวัสดุในโซ่อุปทาน

Function Name คือ กิจกรรมต้องมีอย่างน้อย 1 ปัจจัยนำเข้า 1 ตัวขับเคลื่อน 1 ตัวควบคุม และ 1 ผลลัพธ์ ปัจจัยนำเข้า คือ ข้อมูลนำเข้าเพื่อนำมาทำกิจกรรม ตัวควบคุม คือ แนวทางที่ใช้ร่วมกับปัจจัยนำเข้าในการดำเนินกิจกรรมเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ ตัวขับเคลื่อน คือ สิ่งที่ระบุบรรลุผลสำเร็จ

ของกิจกรรมได้ด้วยอะไรบ้าง และผลลัพธ์ คือ ผลจากความสมบูรณ์ของกิจกรรมนั้น ๆ วิธีการเขียน IDEF0 เพื่อจำลองสถานการณ์ในห่วงโซ่อุปทานใช้สัญลักษณ์รูปทรงเรขาคณิตสี่เหลี่ยมจัตุรัสและใช้ลูกศรเพื่อเชื่อมต่อกับฟังก์ชันและสภาพแวดล้อมในรูปของปัจจัยนำเข้า ตัวขับเคลื่อน ตัวควบคุมและผลลัพธ์ มุมขวาบนของรูปทรงเรขาคณิตสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีหมายเลข 1 คือ สัญลักษณ์ของห้องหรือหน่วยงานที่เริ่มต้นของกระบวนการนั้น ๆ เพื่อมองเห็นว่าแผนภูมิ IDEF0 เกิดกิจกรรมอะไรขึ้นบ้างในห่วงโซ่อุปทาน ดังแสดงในรูปที่ 2.2 การสร้างแบบจำลอง IDEF0 ออกแบบมาเพื่อตัดสินใจการกระทำและระบบภายในโซ่อุปทาน สำหรับการวิเคราะห์และสื่อสารมุมมองการทำงานของระบบ IDEF0 ช่วยจัดระบบการวิเคราะห์และส่งเสริมการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพระหว่างนักวิเคราะห์และลูกค้าผ่านอุปกรณ์การจำลองระบบงานจริงที่เรียบง่าย



รูปที่ 2.2 สัญลักษณ์การเขียน IDEF0

2.1.3 Microsoft Access

โปรแกรม Microsoft Access เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการจัดการระบบฐานข้อมูล (database management system) ขนาดใหญ่และมีจำนวนข้อมูลมาก จัดเก็บข้อมูลโดยการออกแบบเพื่อรองรับกับระบบการทำงานและเพื่อสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ ฐานข้อมูลของโปรแกรม Microsoft Access มี Object ข้อมูลประเภทต่าง ๆ ประกอบด้วย Table, Query, From, Report, Macro และ Module โดยเก็บ Object ทั้งหมดในไฟล์ฐานข้อมูลเดียว ใน 1 ไฟล์

ฐานข้อมูลเก็บตารางข้อมูลที่สัมพันธ์กันเพื่อนำมาใช้งานร่วมกันเรียกว่าฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (relational database) มีวัตถุฐานข้อมูลประกอบด้วยสิ่งดังต่อไปนี้ [5]

2.1.3.1 ตาราง (table)

ตาราง คือ Object การเก็บข้อมูลจริงและเป็น Object แรกที่สร้างขึ้นเพื่อไปสร้าง Object อื่น โดยทั่วไปตารางข้อมูลต้องประกอบด้วยแถว (raw) และคอลัมน์ต่าง ๆ (column) ถ้าพิจารณาในรูปแบบฐานข้อมูลเรียกรายละเอียดในแถวว่าระเบียน (record) และเรียกรายละเอียดในคอลัมน์ว่าเขตข้อมูล (field) ระบบฐานข้อมูล 1 ระบบต้องมีอย่างน้อย 1 ตารางเสมอ หากมีมากกว่า 1 ตารางแต่มีตารางตั้งแต่ 1 คู่ขึ้นไปที่มีความสัมพันธ์กันด้วยฟิลด์ใดฟิลด์หนึ่งเรียกว่าฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (relational database) สามารถใช้ข้อมูลร่วมกันได้

2.1.3.2 รายงาน (report)

รายงาน คือ ข้อมูลที่ถูกเก็บอยู่ในฟอร์ม สำหรับเป็นการใช้งานในเครื่องกรณีต้องการพิมพ์ทางเครื่องพิมพ์สามารถใช้ Object Report เพื่อนำเสนอข้อมูล โดยจัดรูปแบบได้อย่างสวยงาม เช่น จัดกลุ่มข้อมูล คำนวณผลสรุป เป็นต้น

2.1.3.3 ฟอร์ม (from)

ฟอร์ม คือ แบบฟอร์มที่ใช้สำหรับการป้อนข้อมูลหรือเพิ่มเติมข้อมูลและสามารถแก้ไขข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว การนำตารางสร้างฟอร์มมีตัวควบคุมเชื่อมกับฟิลด์ข้อมูลของตารางที่อ้างอิง เมื่อเปิดฟอร์ม Access จะเรียกตารางข้อมูลขึ้นมาแสดงผลในฟอร์ม

2.1.3.4 คิวรี (query)

คิวรี คือ การนำข้อมูลที่เก็บที่มีจำนวนมากและมีความสัมพันธ์กัน สร้าง Object Query ที่ช่วยให้สามารถเข้าถึงข้อมูลตรงเป้าหมาย ด้วยวิธีการกำหนดเงื่อนไขแล้วสั่งให้แสดงผลเฉพาะข้อมูลที่ตรงกับเงื่อนไขนั้น ๆ โปรแกรม Microsoft Access ได้เตรียม Query มีให้เลือกใช้ค้นหาหลากหลาย เช่น ค้นหาข้อมูลเพื่อแสดงผล ค้นหาข้อมูลแล้วปรับปรุงข้อมูล ค้นหาข้อมูลแล้วเพิ่มข้อมูล เป็นต้น และผลของการค้นหาสามารถนำไปสร้างแบบฟอร์มหรือรายงานได้ในขั้นตอนต่อไป

2.1.3.5 มาโคร (macro)

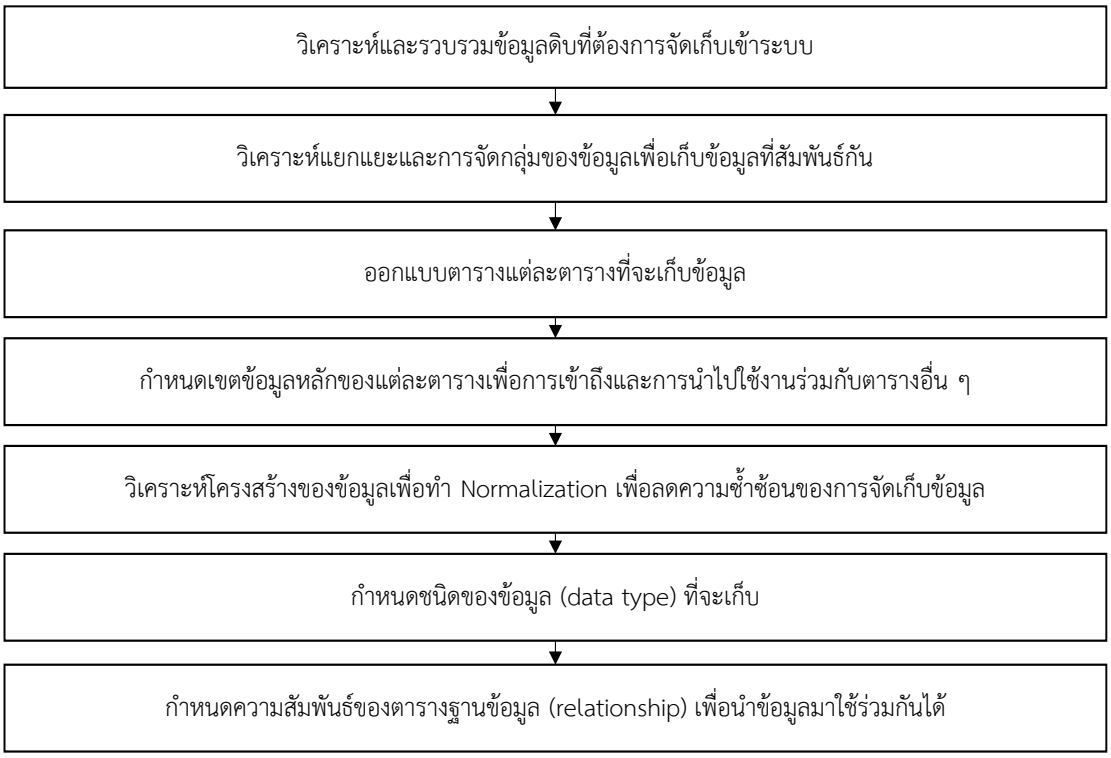
มาโคร คือ Object ที่เก็บรวบรวมชุดคำสั่งหรือการกระทำต่าง ๆ ที่ผู้ใช้กำหนด (action) จัดกลุ่มตามลำดับขั้นตอนการทำงานที่เกี่ยวข้องกับ Object ในฐานข้อมูลนั้น ๆ โดยที่ผู้ใช้สามารถเก็บบันทึกชุดคำสั่งทั้งหมดที่ต้องการใช้สำหรับการนั้น ๆ

2.1.3.6 โมดูล (module)

โมดูล คือ การเขียนโค้ดหรือเขียนโปรแกรมใน Microsoft Access ด้วยวิธีการเขียนโค้ดภาษา VBA (visual basic for application) ใช้เกณฑ์เดียวกับการเขียนในโปรแกรม

Microsoft Word และ Microsoft Excel คล้ายกับภาษา Visual Basic กระทำผ่านหน้าต่างของ Visual Basic Editor ตามรูปแบบที่กำหนดและเรียกใช้งานผ่านวิธีการประมวลผล นิยมใช้เพื่อเพิ่มความสามารถของฟอร์มและการนำโค้ดใส่ในออบเจ็กต์คอนโทรล

การใช้ข้อมูลขนาดใหญ่ที่ใช้งานร่วมกันหลาย ๆ หน่วยงาน สามารถสร้างการเชื่อมโยงข้อมูลที่สัมพันธ์ได้หลาย ๆ ตารางเพื่อนำมาใช้งานร่วมกัน เป็นการค้นหาข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและตรงเป้าหมายด้วยวิธีการ Query นำผลแสดงรูปแบบฟอร์มด้วยชุดคำสั่ง Macro เขียนโค้ด VBA หรือโปรแกรมควบคุมระบบใน Access มีประสิทธิภาพในการทำงานมากยิ่งขึ้น หลักการออกแบบฐานข้อมูล คือ วิธีการเก็บข้อมูลในรูปแบบฐานข้อมูลด้วย Microsoft Access มีการวิเคราะห์ข้อมูลดิบว่าข้อมูลที่ต้องการเก็บมีอะไรบ้าง ต้องการเก็บข้อมูลแบบไหนและต้องการเก็บข้อมูลอย่างไรและการนำข้อมูลไปใช้งานทางด้านไหน จากนั้นออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลว่าเก็บข้อมูลกี่ตารางและแต่ละตารางมีข้อมูลหัวข้อที่ใส่อะไรบ้างและข้อมูลที่เก็บนั้นนำมาใช้งานอย่างไรหรือการนำข้อมูลมาใช้งานร่วมกันอย่างไรบ้างดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 หลักการออกแบบฐานข้อมูล

2.1.4 การจัดการสินค้าคงคลัง (inventory management)

การจัดการสินค้าคงคลัง คือ การเก็บทรัพยากรไว้ใช้ในปัจจุบันหรือในอนาคตเพื่อให้กิจการดำเนินไปอย่างราบรื่น ผ่านกระบวนการวางแผนและการกำหนดปริมาณสินค้าคงคลังที่เหมาะสม สินค้าควรมีการหมุนเวียนอยู่สม่ำเสมอเพื่อความสดใหม่ ใช้หลักการหมุนเวียนเข้าก่อนออกก่อน FIFO (first In first out) คือ สินค้าใดเข้าคลังสินค้าก่อนหมุนเวียนออกไปก่อนเพื่อลดความเสื่อมจากการจัดเก็บเป็นเวลานาน บทบาทสินค้าคงคลังมีวัตถุประสงค์ในการสร้างความสมดุลสำหรับการบริการหรือกระบวนการผลิต เพื่อให้ระดับสินค้าคงคลังต่ำที่สุด ต้องไม่กระทบต่อระดับการให้บริการหรือการผลิต ปัจจัยนำเข้าของกระบวนการผลิตที่มีความสำคัญในระบบ คือ วัตถุดิบ ชิ้นส่วนและวัสดุต่าง ๆ เรียกรวมกันว่าสินค้าคงคลัง เป็นองค์ประกอบใหญ่สุดของต้นทุนการผลิต นอกจากนั้นการมีสินค้าคงคลังที่เพียงพอเป็นการตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้าได้ทันเวลา จึงเห็นได้ว่าสินค้าคงคลังมีความสำคัญต่อกิจกรรมของธุรกิจเป็นอย่างมาก การบริหารสินค้าคงคลังที่มีประสิทธิภาพส่งผลกระทบต่อผลกำไรจากการประกอบการโดยตรง ปัจจุบันมีการนำเอาระบบคอมพิวเตอร์มาจัดการข้อมูลสินค้าคงคลังเพื่อให้เกิดความถูกต้อง แม่นยำและทันเวลามากยิ่งขึ้น การจัดการสินค้าคงคลังมีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ 1) สามารถมีสินค้าคงคลังบริการลูกค้าในปริมาณที่เพียงพอและทันต่อความต้องการของลูกค้าเสมอ เพื่อสร้างยอดขายและรักษาระดับของส่วนแบ่งตลาดไว้ 2) สามารถลดระดับการลงทุนสินค้าคงคลังต่ำที่สุดเท่าที่ทำได้เพื่อทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำ

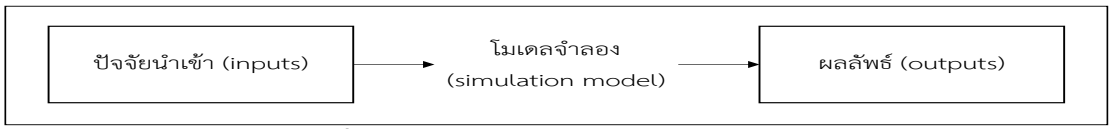
การควบคุมวัสดุคงคลัง (inventory control) คือ กระบวนการจัดการสินค้าคงคลังอย่างมีระบบไม่ให้เกิดการผิดพลาดในกระบวนการบริหารสินค้าคงคลัง เพื่อตอบสนองความต้องการในปัจจุบันและอนาคตได้อย่างเพียงพอและเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ควรให้ความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากวัสดุคงคลังเป็นทรัพย์สินที่มีมูลค่าสูงที่สุดในกลุ่มของทรัพย์สินที่มีการหมุนเวียน ปัญหาในการควบคุมคงคลังอาจเป็นสาเหตุของความล้มเหลวของกิจการนั้น ๆ ได้ ถ้าวัสดุและวัสดุสิ้นเปลืองไม่เพียงพอกับความต้องการใช้อาจทำให้เกิดปัญหาถึงขั้นหยุดชะงัก หรือธุรกิจด้านการค้าการที่มีสินค้าไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าอาจทำให้สูญเสียโอกาสของกำไรและทำให้ลูกค้าไม่มีความเชื่อใจในการบริการ ถ้าในคลังมีการสำรองไว้มากเพื่อป้องกันไม่ให้ขาดแคลนจำเป็นต้องใช้เงินมูลค่าสูงเพื่อถือครองคลังสินค้าให้เพียงพอต่อความต้องการใช้ ดังนั้นการจัดการคลังที่ดีต้องรู้อุปทาน (supply) ปริมาณความต้องการเสนอขายสินค้าบริการ และอุปสงค์ (demand) ปริมาณความต้องการซื้อสินค้าและบริการเพื่อเป็นผลดีในด้านการเพิ่มกำไรและการลดค่าใช้จ่ายให้กับธุรกิจและบริการ [6]

2.1.5 การจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล (monte carlo simulation)

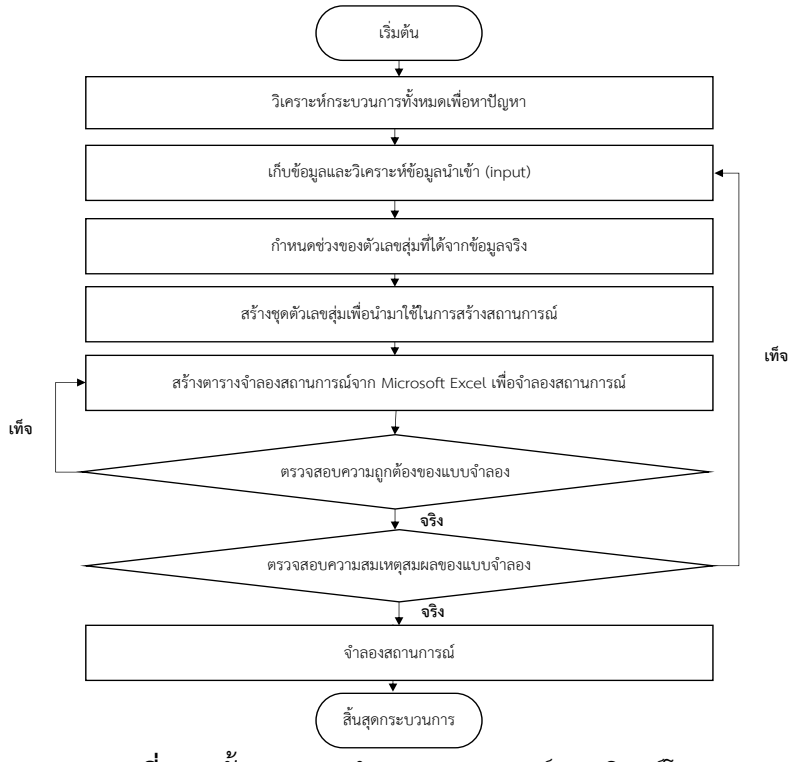
การจำลองสถานการณ์ (simulation) เป็นกระบวนการออกแบบการจำลอง (model) ของระบบจริง (real system) ดำเนินการทดลองเพื่อเรียนรู้พฤติกรรมของระบบการทำงาน

ของงานจริงมีกลไกลการทำงานดังรูปที่ 2.4 และวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองก่อนการนำไปใช้แก้ไขปัญหาในสถานการณ์จริงต่อไป

การจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลเป็นวิธีการเชิงปริมาณ (quantitative technique) สอดคล้องกับสภาพปัญหาของโรงงานที่มีความต้องการวัตถุดิบไม่คงที่ในการจัดส่งวัตถุดิบ สามารถประยุกต์ใช้กับระบบงานที่มีความไม่แน่นอนมีลักษณะปัญหาแบบ Stochastic [7] จากปัญหาด้านการมีสินค้าคงคลังมากเกินไปหรือสินค้าคงคลังขาดแคลนเนื่องจากความต้องการใช้ (demand) มีความไม่แน่นอน นำข้อมูลมาวิเคราะห์หาแนวทางการแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์ (mathematical model) เพื่อกำหนดปริมาณความต้องการที่เหมาะสมโดยใช้วิธีการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล วิธีการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล คือ การใช้การสุ่มตัวอย่างจากข้อมูลจริงทำการสุ่มซ้ำ ๆ กันเพื่อสร้างข้อมูลที่จำลองตามตัวแบบคณิตศาสตร์ ตัวแบบนั้นได้มาจากการวิเคราะห์ทางสถิติ เช่น การออกแบบการทดลอง (design and analysis of experiment) หรือ การวิเคราะห์การถดถอย (regression analysis) ดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.4 การจำลองสถานการณ์ (simulation)



รูปที่ 2.5 ขั้นตอนการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล

2.1.6 Microsoft Excel

Microsoft Excel เป็นโปรแกรมประเภทสเปรดชีต (spreadsheet) หรือตารางคำนวณอิเล็กทรอนิกส์ใช้เก็บบันทึกข้อมูลในลักษณะต่าง ๆ ส่วนใหญ่เก็บข้อมูลประเภทการคำนวณ โดยเก็บข้อมูลต่าง ๆ ลงในตารางสี่เหลี่ยมที่เรียกว่า เซลล์ (cell) ที่สามารถนำมาอ้างอิงด้วยวิธีการใส่สูตรเพื่อให้โปรแกรมคำนวณหาผลลัพธ์จากข้อมูลที่บันทึกไว้

2.1.7 เว็บแอพพลิเคชั่น (web application)

เว็บแอพพลิเคชั่นสร้างขึ้นเพื่อเป็นเบราเซอร์สำหรับการใช้งานเว็บเพจต่าง ๆ ในระบบมีการไหลเวียนแบบออนไลน์ทำให้เหมาะกับงานที่ต้องการข้อมูลแบบเวลาจริง (real-time) มีการปรับแต่งให้สามารถแสดงผลส่วนที่จำเป็นเท่านั้นเพื่อเป็นการลดทรัพยากรในการประมวลผลทำให้โหลดหน้าเว็บไซต์ได้เร็วขึ้น อีกทั้งผู้ใช้งานสามารถใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ต (internet) และอินทราเน็ต (intranet) ในความเร็วต่ำได้ เว็บแอพพลิเคชั่นข้อดีของการใช้งานที่สามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวกทุกที่ทุกเวลา หากไม่มีเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ต้องการใช้เป็นเว็บเบราเซอร์สามารถใช้แอพพลิเคชั่นประเภทนี้ได้ รวมถึงสามารถอัพเดทแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ ในระบบของฐานข้อมูลได้ตลอดเวลาโดยขั้นตอนการออกแบบเว็บแอพพลิเคชั่นเริ่มจากการออกแบบฐานข้อมูลการเขียน Flow chart ของระบบการทำงานและออกแบบหน้าต่างส่วนที่ต้องการแสดงผล

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการลดปริมาณเลือดหมดอายุภายในหน่วยงานคลังเลือด และบริหารคลังเลือดให้มีเลือดเพียงพอต่อความต้องการใช้ของเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง ได้แก่ การศึกษาหาปริมาณเลือดและส่วนประกอบเลือดที่เหมาะสมสำหรับโรงพยาบาลศิริราช การประเมินประสิทธิภาพการสำรองโลหิตของธนาคารเลือดโรงพยาบาลตำรวจ การศึกษาหาปริมาณโลหิตสำรองที่เหมาะสมของโรงพยาบาลตำรวจ ปริมาณการสำรองเลือดและส่วนประกอบของเลือดที่เหมาะสมสำหรับโรงพยาบาลสมเด็จพระบรมราชเทวี ณ ศรีราชา สภากาชาดไทย การปรับปรุงการจัดการคงคลังเลือดในโรงพยาบาลราชวิถี การศึกษาปริมาณเลือดและส่วนประกอบของเลือดสำรองที่เหมาะสมของโรงพยาบาลแพร่ การศึกษาหาปริมาณโลหิตสำรองที่เหมาะสมของโรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ การประยุกต์ใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลเพื่อหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม กรณีศึกษาการจัดซื้อวัตถุดิบในโรงงานผลิตอาหารแปรรูป การบริหารจัดการโลหิตของศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติสภากาชาดไทย การประเมินงานธนาคารเลือดและงานบริการโลหิตในโรงพยาบาลสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี การศึกษาแนวทางการเตรียมเลือดที่เหมาะสมสำหรับการผ่าตัดในผู้ป่วยประเภท Elective Surgery ของโรงพยาบาลกลาง ผลการสำรองเลือดของ

คลังเลือดกลางเพื่อใช้ในโรงพยาบาลศรีนครินทร์และศูนย์หัวใจสิริกิติ์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในระยะเวลา 5 ปี พ.ศ. (2556-2560) การประยุกต์ใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลเพื่อการจัดการอะไหล่สำหรับการบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมปิโตรเลียม การประยุกต์ใช้แบบจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลเพื่อการจัดการสินค้าคงคลังที่เหมาะสม กรณีศึกษาบริษัทผลิตรถจักรยานยนต์ การพัฒนาระบบจัดการคลังเลือดออนไลน์พร้อมชุดอุปกรณ์แจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บเลือดโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง กรณีศึกษาโรงพยาบาลพุทไธสง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ปาริชาติ เพิ่มพิกุล และคณะ [8] ได้วิจัยเรื่องการศึกษาหาปริมาณเลือดและส่วนประกอบเลือดที่เหมาะสมสำหรับโรงพยาบาลศิริราช ได้รวบรวมข้อมูลการใช้เลือดและส่วนประกอบของเลือดด้วยวิธีการเก็บข้อมูลจากห้องปฏิบัติการเตรียมเลือดให้ผู้ป่วย ภาควิชาสหเวชศาสตร์การธนาคารเลือด ตั้งแต่เดือนตุลาคม ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2549 แยกการใช้เลือดตามกรุ๊ปเลือดและส่วนประกอบเลือด หาค่าเฉลี่ยความต้องการแต่ละวัน คำนวณหาปริมาณเลือดและส่วนประกอบเลือดที่ควรมีกำหนดให้เม็ดเลือดแดงเป็นส่วนประกอบหลักและพลาสมาสดแช่แข็งมีปริมาณเพียงพอสำหรับการใช้ 7 วัน เกล็ดเลือดให้มีปริมาณเพียงพอสำหรับการใช้งาน 3 วัน และไครโอปรีซิปิเตทให้มีปริมาณเพียงพอสำหรับการใช้สูงสุดต่อสัปดาห์และเพิ่มปริมาณสำหรับรองรับการใช้งานภาวะฉุกเฉินร้อยละ 10 ผลที่ได้พบว่ามีการใช้เม็ดเลือดแดงเป็นส่วนประกอบหลักจำนวน 11,459 ยูนิต เกล็ดเลือด 8,600 ยูนิต พลาสมาสดแช่แข็ง 4,632 ยูนิต และไครโอปรีซิปิเตท 2,654 ยูนิต คำนวณปริมาณเลือดและส่วนประกอบของเลือดที่คลังเลือดควรมีตลอดเวลาแยกกรุ๊ปเลือดโอ เอ บีและเอบี ดังต่อไปนี้ เม็ดเลือดแดงส่วนประกอบหลัก คือ 378, 208, 308 และ 62 ตามลำดับ เกล็ดเลือด คือ 132, 59, 99 และ 20 ยูนิตตามลำดับ พลาสมาสดแช่แข็ง คือ 146, 77, 123 และ 31 ยูนิตตามลำดับ จำนวนไครโอปรีซิปิเตทที่ควรมี คือ 561 ยูนิต

รัตนา เทพศิริ [9] ได้วิจัยเรื่องการประเมินประสิทธิภาพการสำรองโลหิตของธนาคารเลือดโรงพยาบาลตำรวจ เริ่มจากรวบรวมข้อมูลการสำรองเม็ดเลือดแดง ข้อมูลเม็ดเลือดแดงหมดอายุทั้งก่อนและหลังที่ได้กำหนดปริมาณการสำรองเลือดและจำนวนผู้ป่วยที่เลื่อนผ่าตัดมีสาเหตุเนื่องจากมีเลือดสำรองไม่เพียงพอของโรงพยาบาลตำรวจเป็นระวลา 4 เดือน ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (SPSS) ผลที่ได้จากการประเมินในระยะเวลา 4 เดือน พบว่าคลังเลือดสามารถสำรองเม็ดเลือดแดงของแต่ละกรุ๊ปเลือดได้ตามกำหนดเฉลี่ยร้อยละ 67.4 สูงกว่าเป้าหมายที่กำหนด คือ มากกว่าร้อยละ 60 ไม่มีผู้ป่วยรายใดเลื่อนผ่าตัดเพราะมีเลือดสำรองไม่เพียงพอ เม็ดเลือดแดงหมดอายุก่อนกำหนดปริมาณเลือดสำรองอยู่ระหว่างร้อยละ 0.77 ถึง 4.02 ในเดือนมกราคมสูงสุดคือร้อยละ 4.02 และหลังกำหนดปริมาณเลือดสำรองมีเม็ดเลือดแดงหมดอายุอยู่ระหว่างร้อยละ 0.64 ถึง 3.7 เดือนกรกฎาคมสูงสุดคือร้อยละ 3.7 และรองลงมาคือเดือนกันยายนร้อยละ 3.6 เม็ดเลือดแดงหมดอายุของแต่ละเดือนไม่เกินเป้าหมายที่กำหนด คือ น้อยกว่าร้อยละ 5

กัลยานี แสงสุข [10] ได้วิจัยเรื่องการศึกษาหาปริมาณโลหิตสำรองที่เหมาะสมของโรงพยาบาลตำรวจ รวบรวมข้อมูลการใช้เลือดของผู้ป่วยภายในโรงพยาบาลตำรวจย้อนหลัง 6 เดือน คำนวณหาปริมาณเลือดสำรองเฉลี่ยด้วยวิธีคำนวณต่อวันและต่อสัปดาห์เพื่อหาปริมาณเลือดที่เหมาะสม แยกตามส่วนประกอบเลือดระบบเอบีโอและบวกเพิ่มร้อยละ 10 แต่ละชนิดของส่วนประกอบเลือดเพื่อรองรับกับสถานการณ์ฉุกเฉิน ผลการวิจัยพบว่ามีการใช้เม็ดเลือดแดงจำนวน 3,995 ยูนิต พลาสมาสดแช่แข็งจำนวน 1,883 ยูนิต ไครโอปรีซิปิเตท จำนวน 900 ยูนิต และมีการใช้เม็ดเลือดแดงกรุ๊ป Rh negative 7 ยูนิต การคำนวณหาปริมาณเม็ดเลือดแดงสำรองที่เหมาะสม จากวิธีคำนวณปริมาณเลือดสำรองเฉลี่ยต่อวัน แยกตามกรุ๊ปเลือด กรุ๊ปโอ กรุ๊ปเอ กรุ๊ปบีและกรุ๊ปเอบี ได้เท่ากับ 62, 39, 54, และ 15 ยูนิตตามลำดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากวิธีคำนวณหาปริมาณเลือดสำรองเฉลี่ยต่อสัปดาห์เท่ากับ 62, 36, 53, และ 12 ยูนิตตามลำดับ ปริมาณสำรองพลาสมาสดแช่แข็งที่เหมาะสม จากการคำนวณการใช้ต่อวันเท่ากับ 31, 23, 23 และ 8 ยูนิต การคำนวณต่อสัปดาห์เท่ากับ 27, 19, 24, และ 5 ยูนิตตามลำดับ การสำรองไครโอปรีซิปิเตทที่เหมาะสมคำนวณการใช้สูงสุดต่อวันและต่อสัปดาห์เท่ากับ 60 และ 168 ยูนิตตามลำดับ

ศรีวิไล ตระกูลเกษมสิริ [11] ได้วิจัยเรื่องปริมาณการสำรองเลือดและส่วนประกอบของเลือดที่เหมาะสมสำหรับโรงพยาบาลสมเด็จพระบรมราชเทวี ณ ศรีราชา สภากาชาดไทย เริ่มศึกษาและรวบรวมข้อมูลย้อนหลังการใช้เลือดตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 ถึง 2552 เน้นการใช้เลือดในปี พ.ศ. 2552 เพื่อวางแผนการสำรองใช้เลือดในปีถัดไป คำนวณปริมาณเม็ดเลือดแดงและพลาสมาสดแช่แข็งสำหรับใช้งาน 7 วัน เกล็ดเลือดสำหรับใช้งาน 3 วัน และไครโอปรีซิปิเตท สำหรับใช้งาน 1 เดือน สำรองเลือดเผื่อภาวะฉุกเฉินเพิ่มร้อยละ 10 รวมทั้งอัตราการใช้เลือดที่เพิ่มขึ้นของปีที่ผ่านมา ผลที่ได้พบว่า ปี พ.ศ. 2552 ใช้เม็ดเลือดแดง เกล็ดเลือด พลาสมาสดแช่แข็งและไครโอปรีซิปิเตท เท่ากับ 9,834, 3,789, 2,548 และ 1,729 ยูนิตตามลำดับ ค่าเฉลี่ยการใช้ต่อวันเท่ากับ 27, 10, 7 และ 5 ยูนิตตามลำดับ มีอัตราการใช้เลือดเพิ่มขึ้นร้อยละ 19.1, 66.9, 24.7 และ 6.4 ตามลำดับ การสำรองเลือดควรมีเม็ดเลือดแดงจำนวน 276 ยูนิต แยกออกกรุ๊ปเอ บี โอและเอบีเท่ากับ 60, 92, 104 และ 20 ยูนิตตามลำดับ ควรมีเกล็ดเลือด พลาสมาสดแช่แข็งและไครโอปรีซิปิเตท จำนวน 65, 79 และ 168 ยูนิตตามลำดับ

รพิพรรณ ศรีพุฒินิพนธ์ [12] ได้วิจัยเรื่องการปรับปรุงการจัดการคงคลังเลือดในโรงพยาบาลราชวิถี รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการเลือดในอดีต นำมาวิเคราะห์และประมวลผลของข้อมูลดังกล่าว ใช้โปรแกรมทางสถิติและนำเสนอวิธีการพยากรณ์ความต้องการใช้เลือดในอนาคตเพื่อให้มีเลือดเพียงพอต่อความต้องการ คือ การใช้ตารางคำนวณปริมาณเลือดที่ต้องเตรียมเพื่อใช้ในการผ่าตัดตลอดทั้งปี และการนำปริมาณการใช้เลือดที่เกิดขึ้นจริงในปีที่ผ่านมาคำนวณหาปริมาณเลือดที่ต้องเตรียมเพื่อใช้ในการผ่าตัดตลอดทั้งปี จากผลการวิจัยพบว่าการใช้ตารางคำนวณปริมาณเลือดที่ต้อง

เตรียมเพื่อใช้ในการผ่าตัดตลอดทั้งปีสามารถให้ค่าที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงที่เกิดขึ้นมากกว่า โดยการนำเสนอมาตรการในการลดระยะเวลาในการคืนกลับเลือดจากแผนกต่าง ๆ มายังคลังเลือดและกำหนดนโยบายในการสั่งจองเลือดไปยังสภากาชาดไทยและโรงพยาบาลใกล้เคียง คำนวณหาปริมาณการสั่งจองเลือดที่เหมาะสมต่อครั้งเพื่อลดต้นทุนการใช้จ่ายสำหรับงานบริหารคลังเลือด และการหาระดับสินค้าคงคลังของเลือดในคลังเลือดและระดับการสั่งจองเลือดใหม่ ผลจากการเสนอมาตรการลดต้นทุนการจัดการคงคลัง สามารถพัฒนารูปแบบการบริหารพัสดุคงคลังของคลังเลือดและลดต้นทุนการจัดการคลังเลือดได้ประมาณร้อยละ 5 ต่อปี

วรางคณา โสฬสลิขิต และ สุภาวดี ใจนันท์ [13] ได้วิจัยเรื่องการศึกษาปริมาณเลือดและส่วนประกอบเลือดสำรองที่เหมาะสมของโรงพยาบาลแพร่ แยกการใช้กรุ๊ปเลือดและส่วนประกอบเลือดนำมาหาค่าเฉลี่ยความต้องการในแต่ละวันเพื่อคำนวณหาปริมาณเลือดและส่วนประกอบเลือดที่คลังเลือดควรมี เม็ดเลือดแดงให้มีปริมาณเพียงพอใช้สำหรับ 3 วัน และ 7 วัน เกล็ดเลือดให้มีปริมาณเพียงพอใช้สำหรับ 3 วัน ไครโอปรีซิปิเตทให้มีปริมาณเพียงพอสำหรับการใช้ต่อสัปดาห์คือ 7 วัน เพิ่มปริมาณสำหรับรองรับการใช้ในภาวะฉุกเฉินร้อยละ 10 จากการวิจัยพบว่าตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคมปี พ.ศ. 2553 มีการใช้เม็ดเลือดแดง 3,665 ยูนิต เกล็ดเลือด 1,406 ยูนิต พลาสมาสดแช่แข็ง 744 ยูนิต และไครโอปรีซิปิเตท 85 ยูนิต ปริมาณเลือดและส่วนประกอบของเลือดที่คลังเลือดควรมีตลอดเวลา แยกกรุ๊ปเลือดโอ เอ บีและเอบี ดังนี้ เม็ดเลือดแดง 131, 69, 92 และ 15 ยูนิตตามลำดับ เกล็ดเลือด 23, 15, 23 และ 8 ยูนิตตามลำดับ และไครโอปรีซิปิเตทที่ควรมีคือ 7 ยูนิต จำนวนที่ควรมีพร้อมใช้ในแต่ละวันสำหรับเม็ดเลือดแดง คือ 34, 18, 25 และ 4 ยูนิตตามลำดับ

ณิชาภา เจียมจรรยา [14] ได้วิจัยเรื่องการศึกษาหาปริมาณโลหิตสำรองที่เหมาะสมของโรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ รวบรวมข้อมูลย้อนหลังการใช้เลือดปี พ.ศ. 2551 ถึง 2554 เน้นการใช้เลือดปี 2554 เพื่อวางแผนการสำรองเลือดในปีต่อไป คำนวณปริมาณเม็ดเลือดแดงและพลาสมาสดแช่แข็งสำหรับใช้งาน 7 วัน เกล็ดเลือดสำหรับใช้งาน 3 วันและไครโอปรีซิปิเตทสำหรับใช้งาน 1 เดือน สำรองเลือดเผื่อภาวะฉุกเฉินร้อยละ 10 ทั้งอัตราการใช้เพิ่มขึ้นของปีที่ผ่านมา จากการศึกษางานวิจัยพบว่าปี พ.ศ. 2554 ใช้เม็ดเลือดแดง เกล็ดเลือด พลาสมาสดแช่งแข็งและไครโอปรีซิปิเตทเท่ากับ 18,285, 3,453, 17,733 และ 1,628 ยูนิตตามลำดับ ค่าเฉลี่ยการใช้ต่อวันเท่ากับ 50, 10, 48 และ 4 ยูนิตตามลำดับ มีการใช้เลือดเพิ่มขึ้นร้อยละ 21.84, 54.07, 17.94 และ 9.55 ตามลำดับ การสำรองเลือดควรมีเม็ดเลือดแดงจำนวน 590 ยูนิต แยกกรุ๊ปเลือดโอ บี เอและเอบีเท่ากับ 221, 197, 128 และ 44 ยูนิตตามลำดับ ควรมีเกล็ดเลือดพลาสมาสดแช่งแข็งและไครโอปรีซิปิเตทจำนวน 59, 540 และ 179 ยูนิตตามลำดับ

วัลลภ ภูผา [15] ได้วิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลเพื่อหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม กรณีศึกษาการจัดซื้อวัตถุดิบในโรงงานผลิตอาหารแปรรูป คัดเลือก

วัตถุดิบที่มีความต้องการใช้มากที่สุดมาใช้ในการพิจารณาในงานวิจัย ศึกษาการใช้หลักการ ABC พบว่าสามารถจำแนกวัตถุดิบที่จัดอยู่ในกลุ่ม A ได้ 3 ชนิด คือ โครงไก่ เนื้อไก่และแป้งมัน จากนั้นเก็บข้อมูลปริมาณความต้องการใช้วัตถุดิบในอดีตแต่ละชนิดเพื่อสร้างเป็นตารางการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูลความต้องการ กำหนดความต้องการวัตถุดิบคงคลัง เพื่อกำหนดนโยบายคำสั่งซื้อและจุดสั่งซื้อของวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด ได้ทั้งหมด 27 นโยบาย จำลองสถานการณ์เพื่อหานโยบายคำสั่งซื้อที่ทำให้เกิดต้นทุนรวมในการจัดการสินค้าคงคลังต่ำที่สุด พบว่าปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมและจุดสั่งซื้อที่เหมาะสมที่ทำให้ต้นทุนรวมการจัดการสินค้าคงคลังทั้ง 3 ชนิดต่ำที่สุด ประกอบด้วยปริมาณการสั่งซื้อโครงไก่ เนื้อไก่และแป้งมันเท่ากับ 4,400, 1,000 และ 930 กิโลกรัมต่อครั้งตามลำดับ และจุดสั่งซื้อโครงไก่ เนื้อไก่และแป้งมันที่เหมาะสมเท่ากับ 5,904, 1,416 และ 2,760 กิโลกรัมตามลำดับ และพบว่านโยบายคำสั่งซื้อแบบใหม่ทำให้เกิดต้นทุนในการจัดการสินค้าคงคลังต่ำสุดเป็นจำนวนเงิน 20,010,855 บาท ภายใต้ข้อมูลต้นทุนรวมที่มีการกระจายตัวแปรแบบปกติและจำนวนรอบในการทดลองที่เหมาะสม ผลจากการจำลองสถานกาณ์ในรอบวันผลิตที่ 90 สามารถลดต้นทุนรวมในการจัดการสินค้าคงคลังที่เกิดขึ้นจากนโยบายคำสั่งซื้อเดิมได้ 12,448,765 บาท หรือคิดเป็นสัดส่วนที่ลดลงร้อยละ 38.35

พรรณวดี เอี่ยมตะโก [16] ได้วิจัยเรื่องการบริหารจัดการโลหิตของศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติสภากาชาดไทย ดำเนินการเก็บข้อมูลใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึกกลุ่มผู้ให้ข้อมูลหลักคือ หัวหน้าฝ่ายปฏิบัติหน้าที่ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการเลือดจำนวน 6 ฝ่าย ได้แก่ หัวหน้าฝ่ายประชาสัมพันธ์และจัดหาผู้บริจาคเลือด หัวหน้าฝ่ายสารสนเทศและทะเบียนผู้บริจาคเลือด หัวหน้าฝ่ายจ่ายเลือด หัวหน้าฝ่ายตรวจคัดกรองเลือด หัวหน้าฝ่ายผลิตส่วนประกอบเลือดและหัวหน้าฝ่ายจ่ายเลือด จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์และนำเสนอเชิงพรรณนา ผลการวิจัยพบว่าศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติสภากาชาดไทยมีการกำหนดแผนยุทธศาสตร์เป็นฐานในการดำเนินงานเพื่อการบริหารเลือด แต่ละฝ่ายจะดำเนินการตามแผนยุทธศาสตร์เพื่อมุ่งสู่เป้าหมายเดียวกัน มีระบบ ISO 9001 ปี 2008 เป็นมาตรฐานในการควบคุมคุณภาพกระบวนการทำงาน ทุกฝ่ายจะให้ความสำคัญในการเริ่มกระบวนการบริหารจัดการเลือดทุกขั้นตอน เริ่มตั้งแต่การวางแผน การจัดการองค์การ การอำนวยการ การควบคุม การประสานงานและการรายงาน เป็นไปตามทฤษฎีกระบวนการบริหารจัดการที่ผสมผสานระหว่างทฤษฎี POCCC คือ การวางแผน (Planning) การจัดหน่วยงาน (Organizing) การบังคับบัญชา (Command) การประสานงาน (Coordinate) และการควบคุม (Control) ของ Henry Fayol และทฤษฎี POSDCORB คือ การวางแผน (Planning) การจัดองค์การ (Organization) การจัดกำลังคน (Staffing) การอำนวยการ (Directing) การประสานงาน (Coordinating) การรายงาน (Reporting) และการงบประมาณ (Budgeting) ของ Gulick Uriwick ทำให้การบริหารเลือดเป็นไปในทางทิศเดียวกันทั้งกระบวนการ

คณิตา แจ่มศรี [17] ได้วิจัยเรื่องการประเมินงานธนาคารเลือดและงานบริการโลหิตในโรงพยาบาลสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี ใช้วิธีการประเมินนตามรูปแบบซิปโมเดลในบริบทปัจจัยนำเข้า กระบวนการ ผลผลิตและผลกระทบ ใช้กลุ่มตัวอย่างกรณีศึกษาจำนวน 652 คน ประกอบด้วย ผู้บริหารหน่วยงาน 1 คน เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ 3 คน ผู้บริจาคโลหิต 201 คน และผู้ป่วยรับเลือด 447 คน เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบประเมินงานคลังเลือดและงานบริการของศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติสภากาชาดไทยที่ประยุกต์ตามแนวคิดรูปแบบซิปโมเดล จากผลการวิจัยพบว่างานคลังเลือดและงานบริการโลหิตของโรงพยาบาลสามชุกผ่านเกณฑ์การประเมินจำนวน 32 ราย จาก 48 รายการ (ร้อยละ 66.67) ด้านกระบวนการผ่านเกณฑ์การประเมินจำนวน 71 รายการ จาก 111 รายการ (ร้อยละ 63.96) ด้านผลลัพธ์พบว่าการตรวจสอบปริมาณเลือดครบส่วนผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 179 ยูนิต จาก 201 ยูนิต (ร้อยละ 89.05) เลือดชนิดเม็ดเลือดแดงเข้มข้นมีค่าฮีมาโทคริตผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด 304 ยูนิต ผู้บริจาคเลือดมีความพึงพอใจสูงสุด คือ เจ้าหน้าที่มีความรู้ความสามารถในการให้บริการพึงพอใจน้อยที่สุด คือ การให้ข้อมูลข่าวสาร การประชาสัมพันธ์การรับบริจาคเลือดด้านผลกระทบพบว่าผู้บริจาคเลือดมีอาการแทรกซ้อนจากการบริจาคเลือดร้อยละ 3.98 ผู้ป่วยมีอาการแทรกซ้อนจากการรับเลือดร้อยละ 0.42 เลือดรับบริจาคติดเชื้อร้อยละ 1.08 และมีเลือดหมดอายุร้อยละ 8.48

วิลัยพร ชูศรี และคณะ [18] ได้วิจัยเรื่องการศึกษาแนวทางการเตรียมเลือดที่เหมาะสมสำหรับการผ่าตัดในผู้ป่วยประเภท Elective Surgery ของโรงพยาบาลกลาง ใช้วิธีการศึกษาข้อมูลผู้ป่วยผ่าตัด Elective Surgery ย้อนหลัง 1 ปี เก็บข้อมูลทั่วไปและการสั่งจองเลือดของผู้ป่วย วิเคราะห์ข้อมูลดัชนีชี้วัด CT ratio, %T และ Ti ผลการวิจัยพบว่า ผู้ป่วยผ่าตัด Elective Surgery จำนวน 1,645 ราย แพทย์สั่งเตรียมเลือดจำนวน 3,867 ยูนิต แต่มีเพียง 623 ราย ใช้เลือดจริง 1,107 ยูนิต มีค่า CT ratio เท่ากับ 3.5 มีค่า %T เท่ากับ 42.3 และมีค่า Ti เท่ากับ 0.7 ผู้ป่วยผ่าตัดกระดูกและข้อมีการจองเลือดมากที่สุดมีค่า CT ratio เท่ากับ 3.5 มีค่า %T เท่ากับ 37.9 และมีค่า Ti เท่ากับ 0.7 รองลงมาคือ ผู้ป่วยผ่าตัดสูตินรีเวชกรรมมีค่า CT ratio เท่ากับ 4.4 มีค่า %T เท่ากับ 14.4 และมีค่า Ti เท่ากับ 0.2 และผู้ป่วยศัลยกรรมทั่วไปมีค่า CT ratio เท่ากับ 3.5 มีค่า %T เท่ากับ 54.9 และมีค่า Ti เท่ากับ 1.1 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แนวทางการเตรียมเลือดแบบ type and screen (T&S) พบว่าช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายการตรวจ complete crossmatch ได้ถึง 414,000 บาท

อมรรัตน์ ร่มพฤกษ์ และคณะ [19] ได้วิจัยเรื่องผลการสำรองเลือดของคลังเลือดกลางเพื่อใช้ในโรงพยาบาลศรีนครินทร์และศูนย์หัวใจสิริกิติ์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในระยะเวลา 5 ปี พ.ศ. (2556-2560) ได้รวบรวมข้อมูลย้อนหลัง ปริมาณเลือดสำรองที่ควรมีในปี พ.ศ. 2556 ถึง 2560 รวบรวมข้อมูลสัปดาห์ละสองครั้ง ประกอบด้วยข้อมูลเลือดคงคลังและเลือดคงคลังที่มีอายุคงเหลือ 14 วันก่อนหมดอายุ ผลการวิจัยพบว่าการสำรองเลือดสำหรับใช้งานในแต่ละปีถูกกำหนดไว้ล่วงหน้า ผล

การสำรองเลือดสำหรับใช้เพียงพอ 7 วัน พบว่าในปี พ.ศ. 2558 มีปริมาณการสำรองในคลังเลือดกลางต่ำกว่าเกณฑ์มากที่สุดจำนวน 31 ข้อมูล (ร้อยละ 30.4) ขณะที่พบเพียง 3 ข้อมูล (ร้อยละ 2.86) ในปี พ.ศ. 2560 เมื่อพิจารณาผลการสำรองเลือดสำหรับใช้เพียงพอ 3 วัน พบเฉพาะปี พ.ศ. 2557 มีเลือดต่ำกว่าเกณฑ์จำนวน 5 ข้อมูล (ร้อยละ 5.38) สำหรับข้อมูลเลือดคงคลังของปริมาณเลือดสำรองที่มีอายุคงเหลือ 14 วัน ในปี พ.ศ. 2560 เฉลี่ยร้อยละ 16.5 (ร้อยละ 0.9 ถึง 25.8) และกรุ๊ปเอบีคงค้างในคลังมากที่สุด

สุวรรณา พลภักดี และ นิภาส ลีนะธรรม [20] ได้วิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลเพื่อการจัดการอะไหล่สำหรับการบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมปิโตรเลียม เริ่มจากวิเคราะห์หาระดับความสำคัญของอะไหล่ด้วยการจัดกลุ่มอะไหล่แบบ ABC และเลือกศึกษาเฉพาะอะไหล่ที่อยู่ในกลุ่ม A คิดเป็นร้อยละ 80.34 ของข้อมูลอะไหล่ทั้งหมด งานวิจัยนี้กำหนดนโยบายสินค้าคงคลังเป็น 2 แบบ คือ (s,Q) และ (s,S) เนื่องจากลักษณะการตรวจสอบอะไหล่ของโรงงานเป็นแบบต่อเนื่อง การประยุกต์ใช้การจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล พบว่านโยบายที่ทำให้ปริมาณการสั่งซื้ออะไหล่ที่เหมาะสมที่สุดภายใต้ต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุดคือ นโยบายแบบ (s,S) จากนั้นนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับแผนการสั่งซื้อเดิมของโรงงาน พบว่านโยบายแบบ (s,S) มีต้นทุนรวมเท่ากับ 75,394,160 บาทต่อปี เดิมโรงงานมีต้นทุนรวมเท่ากับ 96,357,062 บาทต่อปี ผลที่ได้จากการการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลลดต้นทุนรวมของการจัดการอะไหล่ได้เท่ากับ 20,962,902 บาทต่อปี หรือลดลงร้อยละ 21.76 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ณัฐวุฒิ ทองมี และ มานะ ชวรัตน์ [21] ได้วิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้แบบจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลเพื่อการจัดการสินค้าคงคลังที่เหมาะสม กรณีศึกษาบริษัทผลิตรถจักรยานยนต์ ศึกษาเปรียบเทียบ 3 นโยบายเพื่อศึกษาเปรียบเทียบหาวิธีการที่ทำให้เกิดต้นทุนรวมต่ำที่สุดด้วยการลดระดับการบริการและเพิ่มช่วงเวลานำเพื่อความปลอดภัย จากการวิจัยพบว่าการลดระดับการบริการเป็นร้อยละ 93 ทำให้ต้นทุนรวมของการจัดการสินค้าคงคลังต่ำที่สุดที่ 1,905,440 บาทต่อปี ลดต้นทุนการจัดการสินค้าคงคลังแบบนโยบายเดิมได้ 109,499 บาทต่อปี คิดเป็นร้อยละ 5.15 ของต้นทุนนโยบายเดิม รองลงมาคือการลดระดับการให้บริการเป็นร้อยละ 93 พร้อมทั้งเพิ่มช่วงเวลานำเพื่อความปลอดภัยลดต้นทุนได้ต่ำที่สุด 2,024,815 บาท ลดลงจากต้นทุนการจัดการนโยบายเดิม 15,875 บาท คิดเป็นร้อยละ 0.79 จากนโยบายเดิม ส่วนการให้ระดับการบริการที่ร้อยละ 95 และเพิ่มช่วงเวลานำเพื่อความปลอดภัยทำให้ต้นทุนสูงขึ้น 126,613 บาท เมื่อเปรียบเทียบกับนโยบายเดิมสรุปได้วิธีการลดระดับการให้บริการทำให้ต้นทุนรวมลดลงได้มากที่สุด

สกรณ์ บุษบง และคณะ [22] ได้วิจัยเรื่องการพัฒนาระบบจัดการคลังเลือดออนไลน์พร้อมชุดอุปกรณ์แจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บเลือด ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง กรณีศึกษาโรงพยาบาลพุทไธสง เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ 1) ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา PHP, HTML5, CSS, AngularJS และ JSON 2)

Framework ได้แก่ Bootstrap Framework 3) โปรแกรม ได้แก่ Visual Studio Code, Xampp และ Arduino IDE 4) ฐานข้อมูล ได้แก่ Firebase Real-time Database 5) อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ ได้แก่ Node MCU ESP8266 V3, Sensor DHT22/AM2302, GPS Shield, RFID Reader and Tag และ จอ LCD 6) เทคโนโลยีเชื่อมต่อ ได้แก่ NETPIE และ 7) แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบ จากการวิจัยพบว่าผลการพัฒนาโปรแกรมระบบจัดการคลังเลือดสามารถบันทึกค่าอุณหภูมิลงเว็บแอพพลิเคชั่น (web application) แล้วส่งค่าอุณหภูมิตู้เก็บเลือดไปยังไลน์บอทแบบ Real-Time ในกรณีไม่อยู่ในช่วงอุณหภูมิ 2 ถึง 6 องศาเซลเซียส กรุ๊ปเลือดที่ใกล้หมดอายุไลน์บอทมีการแจ้งเตือนอุณหภูมิและแจ้งเตือนกรุ๊ปเลือด 7 วันก่อนหมดอายุทันที สามารถติดตามตำแหน่งของกล่องเก็บความเย็นที่อยู่บนรถขนส่งกล่องเก็บความเย็นได้จาก RFID Tag แบบ Real-Time เห็นกล่องเก็บความเย็นเคลื่อนที่ตามเส้นทางที่รถขนส่งกล่องเก็บความเย็นกำลังเดินทางในขณะนั้นและผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบการจัดการคลังเลือดออนไลน์พร้อมชุดอุปกรณ์แจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บเลือดใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่งจากผู้ใช้งานโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวที่ข้องกับการลดปริมาณเลือดหมดอายุภายในหน่วยงานคลังเลือดและบริหารคลังเลือดให้มีเลือดเพียงพอต่อความต้องการใช้ของเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง พบว่างานวิจัยดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรองเลือดที่เหมาะสม ปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาหลักคือการบริหารคลังเลือดที่ดี ปริมาณการสำรองเลือดใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลย้อนหลังเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลที่ควรมีในคลังเลือดแยกส่วนประกอบของเลือด ได้แก่ เม็ดเลือดแดง เกล็ดเลือด พลาสมาและไครโอปรีซิปิเตท แยกกรุ๊ปเลือดของแต่ละส่วนประกอบ การสำรองเลือดสำหรับใช้งานในแต่ละปีถูกกำหนดไว้ล่วงหน้า การสำรองเม็ดเลือดแดงสำหรับใช้เพียงพอ 7 วัน เกล็ดเลือด 3 วัน ถึง 5 วัน พลาสมาและไครโอปรีซิปิเตท 1 เดือน แม้ว่าในกลุ่มงานวิจัยจะมีผู้ที่เคยทำการวิจัยเกี่ยวกับด้านบริหารและสำรองเลือดที่เหมาะสมภายในโรงพยาบาลแต่ยังไม่มีงานวิจัยใดที่เกี่ยวข้องและใกล้เคียงกับงานวิจัยเรื่องการลดของเสียภายในหน่วยคลังเลือด มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียภายในหน่วยคลังเลือดและบริหารคลังเลือดให้มีเลือดเพียงพอและปลอดภัยโดยไม่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุ

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

หน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตเป็นหน่วยงานที่อยู่ภายใต้การกำกับของภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ทำหน้าที่รับบริจาคเลือดและปั่นแยกส่วนประกอบเลือดเพื่อนำไปใช้ในการรักษาผู้ป่วยที่เข้ามารักษาตัวในโรงพยาบาล งานวิจัยนี้ศึกษาการลดปริมาณเลือดหมดอายุของเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง โดยเริ่มการสำรวจสภาพปัจจุบันของหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต การวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุใช้เครื่องมือ IDEF0 (integration definition function modeling) เพื่อแสดงกิจกรรมและทรัพยากรที่ใช้ในรูปปัจจัยนำเข้า (inputs) ตัวขับเคลื่อน (mechanisms) ตัวควบคุม (controls) และผลลัพธ์ (outputs) เก็บข้อมูลจากระบบการจัดการฐานข้อมูลของโรงพยาบาล (database management system) การหาแนวทางการลดของเสียภายในหน่วยคลังเลือดใช้หลักการ FIFO (first in first out) การจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล (monte carlo simulation) เพื่อพิสูจน์แนวคิดการลดของเสียในหน่วยคลังเลือด การวิเคราะห์ข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้เลือดจากการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลเพื่อเปรียบเทียบผลการลดจำนวนเลือดหมดอายุ การเสนอแนวทางในการลดปริมาณเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง เสนอแนวทางบริหารคลังเลือดให้เพียงพอต่อความต้องการใช้ และสรุปผลการดำเนินงานวิจัย ดังแสดงในรูปที่ 3.1

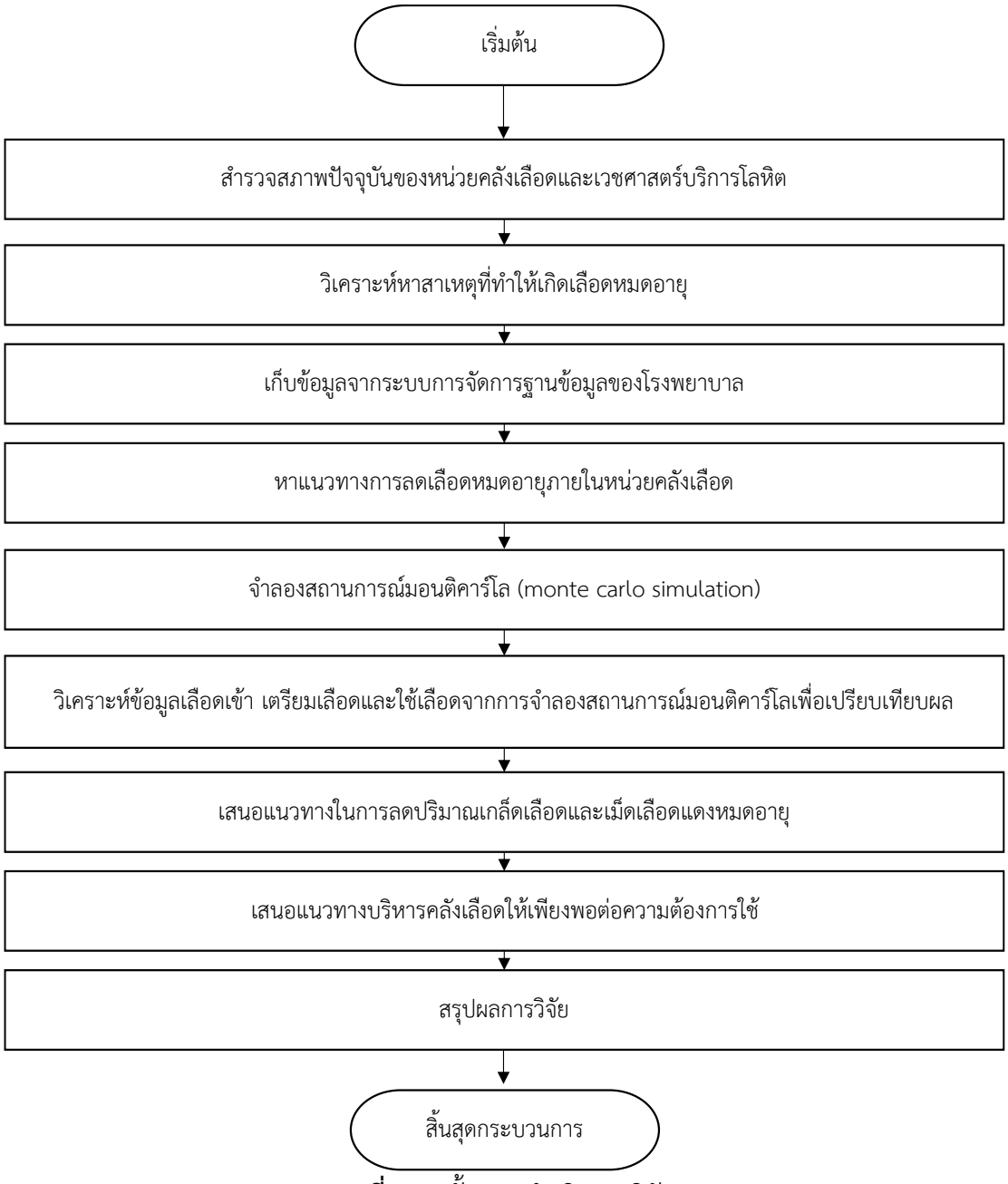
3.1 การสำรวจสภาพปัจจุบันของหน่วยคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต

หน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต ทำหน้าที่รับบริจาคเลือดและปั่นแยกส่วนประกอบเลือดเพื่อนำไปใช้ในการรักษาผู้ป่วยที่เข้ามารักษาตัวในโรงพยาบาล โดยเริ่มจากสำรวจสภาพปัจจุบันของหน่วยงานคลังเลือดและเขียนแผนผัง (layout) ภาพรวมของหน่วยงานคลังเลือดเพื่อใช้ในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุดังแสดงในรูปที่ 3.2

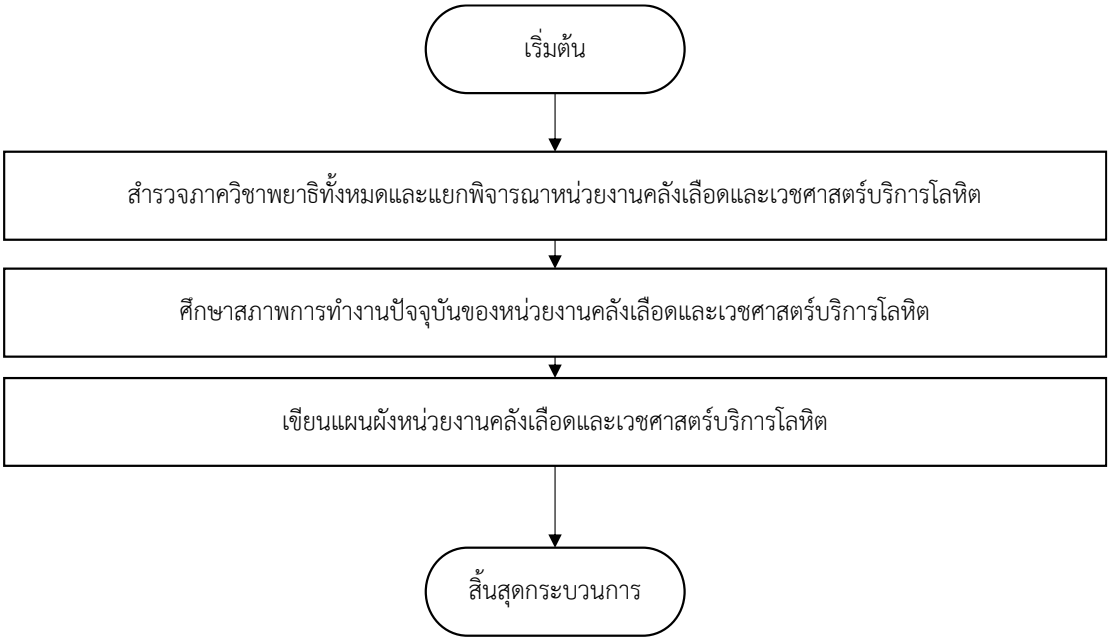
3.2 การวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุ

หลังจากสำรวจสภาพปัจจุบันของหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต ทราบห้องที่เกี่ยวข้องกับงานรับบริจาคเลือดและห้องปฏิบัติการ วิเคราะห์หาปัญหาของแต่ละห้องตามแผนผังภาพรวมของหน่วยงานคลังเลือดใช้เครื่องมือ IDEF0 วิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุเพื่อแสดงกิจกรรมและทรัพยากรที่ใช้ในรูปปัจจัยนำเข้า ตัวขับเคลื่อน ตัวควบคุม และผลลัพธ์ แสดงการไหลของข้อมูลสารสนเทศและวัสดุในโซ่อุปทานของหน่วยงานคลังเลือด เมื่อวิเคราะห์ IDEF0 ของแต่ละห้องเรียบร้อยแล้วแยกแผนผังกระบวนการทำงานทั้งหมดของหน่วยงานคลังเลือด เพื่อดูลักษณะ

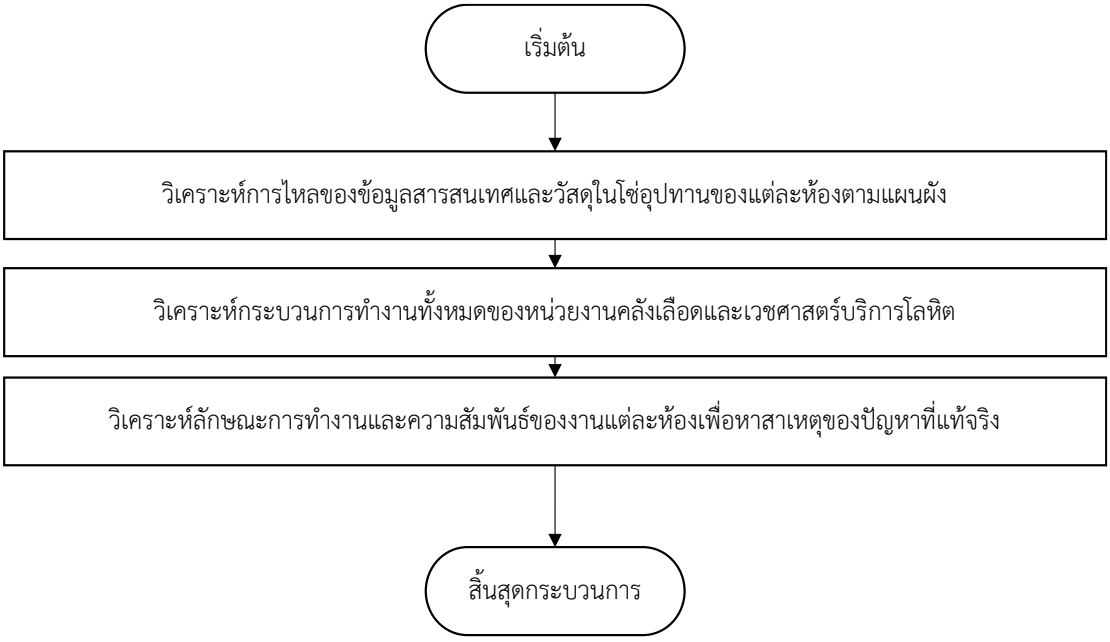
การทำงานและความสัมพันธ์ของงานแต่ละห้องเพื่อใช้ในการหาสาเหตุของปัญหาที่แท้จริง และเมื่อทราบถึงปัญหาที่แท้จริงของหน่วยงานคลังเลือดตามขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุของเลือดหมดอายุ ดังแสดงในรูปที่ 3.3 นำไปพิจารณาใช้ในการเก็บข้อมูลและหาแนวคิดการลดของเสียภายในหน่วยคลังเลือดขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย



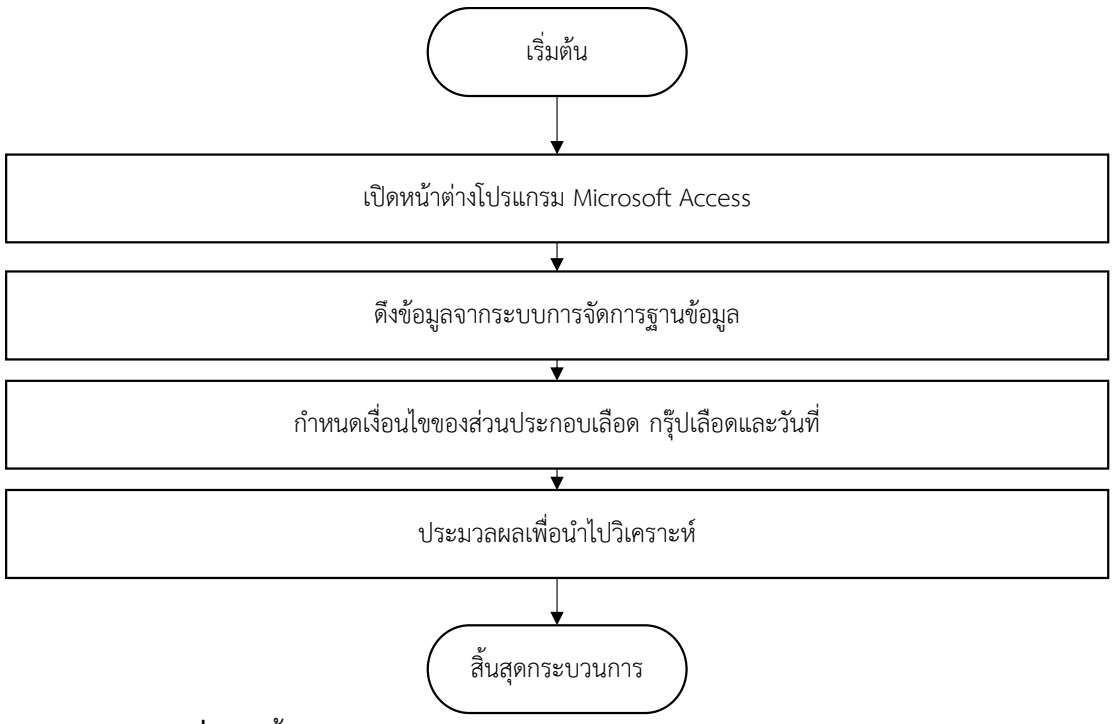
รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการสำรวจสภาพปัจจุบันในหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุของเลือดหมดอายุ

3.3 เก็บข้อมูลจากระบบการจัดการฐานข้อมูลของโรงพยาบาล

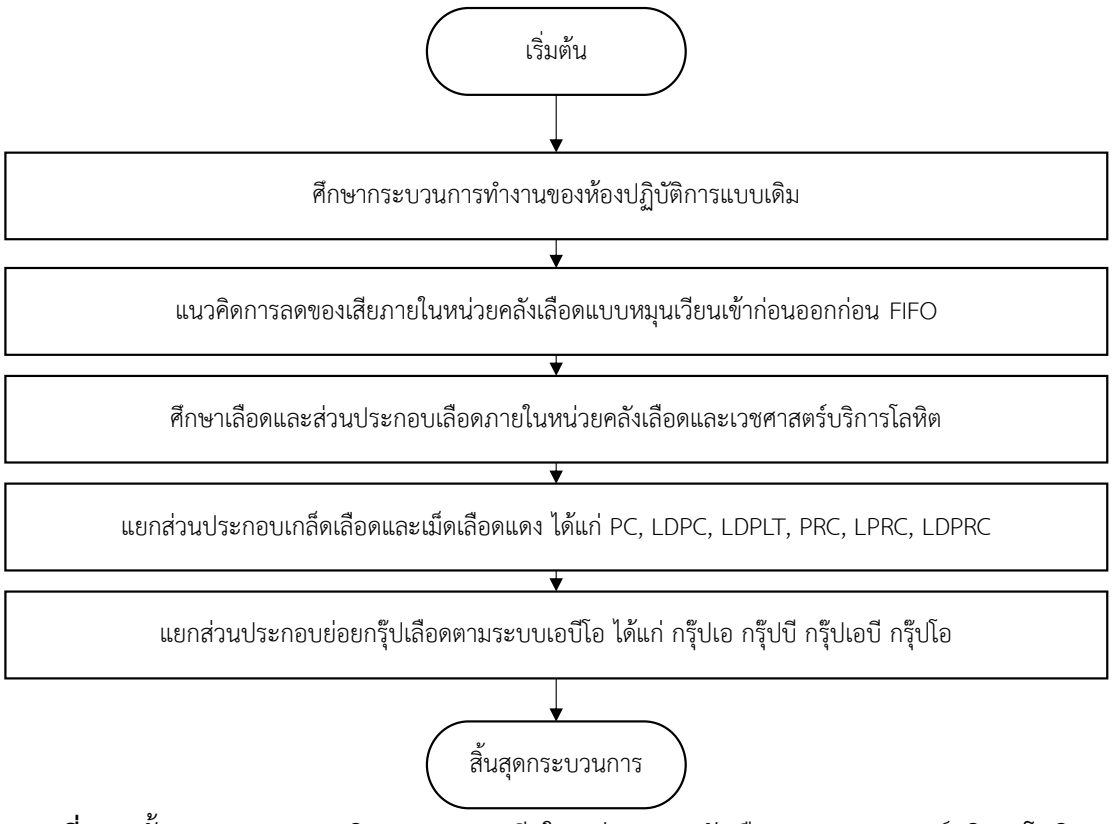
หลังจากทราบสาเหตุของปัญหาที่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุภายในหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตจากการวิเคราะห์ IDEF0 เก็บข้อมูลจากระบบการจัดการฐานข้อมูล (database management) ของโรงพยาบาล การเก็บข้อมูลด้วยวิธีการดึงข้อมูลการเตรียมเลือดและการใช้เลือดตามเงื่อนไขที่ต้องการ คือ เกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง แยกส่วนประกอบย่อยของแต่ละชนิดคือ เกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม (platelet concentrate) เกล็ดเลือดที่ขจัดเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte depleted platelet concentrate) และเกล็ดเลือดจากการเจาะเก็บด้วยวิธีอาเฟอริซิซ (leukocyte depleted platelet apheresis) เม็ดเลือดแดงอัดแน่น (packed red cell) เม็ดเลือดแดงเข้มข้นที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte poor packed red cell) เม็ดเลือดแดงที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการกรอง (leukocyte depleted packed red cell)) แยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ กรุ๊ปบี กรุ๊ปเอบี กรุ๊ปโอ และวันที่ในการเก็บข้อมูลการเตรียมเลือด การใช้เลือดและเลือดจากผู้บริจาค ใช้เครื่องมือ Microsoft Access ด้วยคำสั่งการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลเพื่อการเข้าถึงตารางข้อมูลที่เก็บ ใช้ออบเจ็กต์คิวรีและกำหนดเงื่อนไขสำหรับข้อมูลที่ต้องการ เลือกรูปแบบการแสดงผลของข้อมูลที่ได้ในการประมวลผลข้อมูล มีขั้นตอนการดึงข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้เลือด

3.4 การหาแนวทางการลดของเสียภายในหน่วยคลังเลือด

หลังจากเก็บข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้เลือดในหน่วยคลังเลือดเพื่อการคำนวณและกำหนดเงื่อนไขการสำรองเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงที่เหมาะสมโดยไม่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุ การแสดงแนวคิดการลดของเสียดำเนินการเช่นเดียวกับกระบวนการทำงานห้องปฏิบัติการ คือ เริ่มจากกระบวนการรับบริจาคเลือดหรือเลือดเข้า กระบวนการปั่นแยกส่วนประกอบเลือด กระบวนการขอเลือด กระบวนการเตรียมเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงเท่ากับจำนวนการขอเลือด กระบวนการจ่ายเลือดและกระบวนการคืนเลือดใช้หลักการหมุนเวียนเข้าก่อนออกก่อน FIFO (first in first out) เพื่อลดความเสื่อมจากการจัดเก็บเป็นเวลานาน การหาแนวคิดการลดของเสียเริ่มจากเลือดและส่วนประกอบเลือดภายในคลังเลือดและแยกส่วนประกอบที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง แยกส่วนประกอบย่อยของเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง เกล็ดเลือดแบ่งออก 3 ชนิดย่อย คือ เกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม เกล็ดเลือดที่เตรียมจากการรวม buffy coat ที่ขจัดเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่นและเกล็ดเลือดจากการเจาะเก็บด้วยวิธีอาเฟอริซิซ เม็ดเลือดแดงแบ่งออก 3 ชนิดย่อย คือ เม็ดเลือดแดงอัดแน่น เม็ดเลือดแดงเข้มข้นที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่นและเม็ดเลือดแดงที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการกรอง แต่ละส่วนประกอบแบ่งกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ กรุ๊ปบี กรุ๊ปเอบีและกรุ๊ปโอ ดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการหาแนวคิดการลดของเสียในหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต

3.5 การจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล (monte carlo simulation)

หลังจากเก็บข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้เลือดของแต่ละส่วนประกอบและแต่ละกรุ๊ปเลือด นำมาจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลเพื่อแก้ปัญหาการมีเลือดในคลังที่มากเป็นบางช่วงหรือบางครั้งประสบปัญหาเลือดขาดแคลนเนื่องจากความต้องการไม่แน่นอนมีการเปลี่ยนแปลงตามความต้องการใช้ของแพทย์ เริ่มด้วยการกำหนดเงื่อนไขเหตุการณ์ตัวเลขสุ่มของแต่ละส่วนประกอบเมื่อสร้างเงื่อนไขของตัวเลขสุ่มแล้วจากนั้นสร้างชุดตัวเลขสุ่มเพื่อใช้ในการกำหนดเลือดเข้า การเตรียมเลือด การใช้เลือด เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ การสร้างเลขสุ่มจากโปรแกรม Microsoft Excel ด้วยคำสั่ง =Rand () คือ การสุ่มค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 ภายใต้ค่าความน่าจะเป็น การสร้างตารางจากแนวคิดการลดของเสียภายในหน่วยงานคลังเลือด นำข้อมูลที่ได้จากการสุ่มด้วยด้วยคำสั่ง =Rand () หรือตัวแทนที่ตรงกับเงื่อนไขของเหตุการณ์มาพิจารณาว่า ตลอดระยะเวลา 31 วัน ตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2561 เพื่อดูว่าของเสียเกิดขึ้นในระบบหรือไม่ จำลองสถานการณ์เกล็ดเลือดที่มีสัดส่วนการเตรียมมากที่สุด คือ เกล็ดเลือดที่มีการเตรียมมากที่สุดร้อยละ 72 และเม็ดเลือดแดงที่มีสัดส่วนการเตรียมมากที่สุดร้อยละ 73 และนำส่วนประกอบทั้งสองจำลองสถานการณ์เฉพาะกรุ๊ปเลือดโอเนื่องจากเป็นกรุ๊ปเลือดที่พบมากที่สุดในคนไทยคือร้อยละ 37.5 เพื่อพิสูจน์แนวคิดการลดของเสียแบบหลักการหมุนเวียนเข้าก่อนออกก่อน FIFO การสร้างตารางจำลองสถานการณ์จากโปรแกรม Microsoft Excel มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ระบุว่าในตารางจำลองสถานการณ์เป็นของส่วนประกอบเลือดชนิดใด โดยจำลองสถานการณ์เกล็ดเลือดก่อนเนื่องจากมีอายุการใช้งานที่สั้นกว่าและตามด้วยเม็ดเลือดแดงที่มีอายุการใช้งานที่มากกว่า
2. สร้างตารางการจำลองสถานการณ์จากแนวคิด FIFO การลดของเสียของเกล็ดเลือดและแนวคิดการลดของเสียของเม็ดเลือดแดง
3. สร้างตารางฐานข้อมูลของข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้เลือดที่เกิดจากเงื่อนไขตัวเลขสุ่มที่ได้สร้างไว้จากข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้เลือดในอดีตมีค่าที่ได้จากเงื่อนไขของช่วงตัวเลขสุ่ม ใช้ชุดคำสั่ง VLOOKUP (lookup_value, table_array, col_ index_num, range_lookup)
4. นำค่าตัวแทนของเหตุการณ์ที่ได้จากการสุ่มที่ตรงตามเงื่อนไขคือช่วงของเลขสุ่มมาใช้ในการประมวลผลข้อมูลในตารางแนวคิดจากข้อที่ 2 เพื่อดูว่ามีของเสียเกิดขึ้นในระบบหรือไม่

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้เลือดจากการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล (monte carlo simulation) เพื่อเปรียบเทียบผล

หลังจากจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลด้วยวิธีการสร้างเลขสุ่มจากโปรแกรม Microsoft Excel ด้วยคำสั่ง =Rand () และใช้ชุดคำสั่ง VLOOKUP การสร้างตารางเงื่อนไขเพื่อสามารถดึงข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้เลือดที่เกิดจาการสุ่มเป็นตัวแทนของเหตุการณ์นั้น ๆ และนำผลที่ได้จากชุดคำสั่ง VLOOKUP มาใช้ในการประมวลผลข้อมูลตามหลักการหมุนเวียนเข้าก่อนออกก่อน FIFO เพื่อดูว่ามีของเสียเกิดขึ้นในระบบหรือไม่ ถ้าหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตใช้หลักการหมุนเวียนเข้าก่อนออกก่อนไม่ทำให้เกิดของเสียในระบบ นำค่าที่ได้จากการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลมาเปรียบเทียบกับค่าจริงของหน่วยงานคลังเลือดเพื่อดูว่าสามารถลดของเสียในระบบได้จริงหรือไม่

3.7 การเสนอแนวทางในการลดปริมาณเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง

ขั้นตอนการเสนอแนวทางในการลดของเสียถ้าหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตใช้หลักการหมุนเวียนเข้าก่อนออกก่อน FIFO ทำให้เกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงไม่เกิดของเสียตามขั้นตอนการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล การสร้างเลขสุ่มจากโปรแกรม Microsoft Excel ด้วยคำสั่ง =Rand () มีการสุ่มตัวเลขตั้งแต่ 0 ถึง 1 ค่าที่ได้นำมาใช้ในการประมวลผลข้อมูล ถ้าไม่พบของเสียในระบบทำให้สามารถลดของเสียได้ เนื่องจากหน่วยงานคลังเลือดไม่สามารถควบคุมอุปทาน (supply) ของเลือดที่เข้ามาในแต่ละวัน ดังนั้นต้องมีการบริหารคลังเลือดโดยการนำแนวคิดนี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต้องมีการบริหารเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงแต่ละ ส่วนประกอบของกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอเพื่อใช้ในการบริหารคลังเลือดให้เพียงพอต่อความต้องการใช้ เมื่อในคลังมีเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงมากเกินความต้องการใช้ควรปล่อยเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงออกทันทีเพื่อไม่ให้เกิดเลือดหมดอายุภายในหน่วยคลังเลือด โดยการปล่อยเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงไปยังโรงพยาบาลต่าง ๆ ที่ขาดแคลน อีกทั้งการปล่อยเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงไม่ถือเป็นการสูญเสียเนื่องจากการปล่อยเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงไปยังโรงพยาบาลต่าง ๆ ทำให้สามารถได้ทุนคืนที่ได้จากกระบวนการรับบริจาคเลือดและปั่นแยกส่วนประกอบเลือดซึ่งเป็นกระบวนการที่มีต้นทุนและความแตกต่างของเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงหมดอายุที่ใช้งานไม่ได้ถือเป็นการสูญเสียเพราะรอการทำลายเพียงอย่างเดียว

3.8 แนวทางบริหารคลังเลือดให้เพียงพอต่อความต้องการใช้

การเก็บข้อมูลการใช้เลือดและส่วนประกอบของเลือดทุกชนิดย้อนหลังจากห้องปฏิบัติการเตรียมเลือด ใช้เครื่องมือสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ข้อมูลหรือประมวลผลทางสถิติ คือ โปรแกรม MINITAB นำข้อมูลมาวิเคราะห์ที่ถูกเก็บในรูปแบบของ work sheet [23] ตั้งแต่ 1 มกราคม ถึง 31

ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561 แยกบันทึกการใช้เลือดกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ เกล็ดเลือด ได้แก่ PC, LDPC, LDPLT และเม็ดเลือดแดง ได้แก่ PRC, LPRC, LDPRC เพื่อคำนวณปริมาณเลือดที่ควรมีในคลังเลือด เกล็ดเลือดมีอายุการใช้งาน 5 วัน เนื่องจากการเก็บเกล็ดนานประสิทธิภาพการทำงานลดลงตามอายุการเก็บและมีโอกาสติดเชื้อแบคทีเรีย จึงกำหนดเกณฑ์การสำรองเกล็ดเลือดสำหรับใช้งาน 3 วัน ใช้การคำนวณหาปริมาณการใช้เฉลี่ยต่อวันสำหรับกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอนำมาคูณด้วย 3 คือ ปริมาณที่ควรสำรองสำหรับ 3 วัน และเม็ดเลือดแดงมีอายุการใช้งาน 42 วัน คำนวณหาปริมาณการใช้เฉลี่ยต่อวันสำหรับกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอนำมาคูณด้วย 7 คือ ปริมาณที่ควรสำรองสำหรับ 7 วัน และ คำนวณหาปริมาณการใช้เฉลี่ยต่อวันของเม็ดเลือดแดงกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอนำมาคูณด้วย 10 คือ ปริมาณที่ควรสำรองสำหรับ 10 วัน เมื่อคำนวณปริมาณเลือดและส่วนประกอบของเลือดที่ต้องการแล้วนำมาคำนวณการสำรองเลือดเพิ่มเพื่อภาวะฉุกเฉินร้อยละ 10

3.9 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

สรุปผลการดำเนินงานวิจัยทั้งหมดเปรียบเทียบค่าที่ได้จากแนวคิดการลดของเสียภายในหน่วยคลังเลือดแบบ FIFO ด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลและค่าที่ได้จากระบบการทำงานจริงภายในหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 มกราคม ปี พ.ศ. 2564 และสรุปผลการสำรองเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงที่เหมาะสม แยกส่วนประกอบเลือดและกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ กรุ๊ปบี กรุ๊ปเอบีและกรุ๊ปโอ

วิธีดำเนินการวิจัยครั้งนี้ นำกระบวนการแก้ปัญหาและเทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการมาใช้ปรับปรุงกระบวนการลดเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงหมดอายุ สรุปได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สรุปวิธีดำเนินการวิจัยและผลที่คาดว่าจะได้รับ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	เทคนิคทางวิศวกรรมที่ใช้	ผลลัพธ์
1. สำรวจสภาพปัจจุบันของหน่วยคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต	แผนผังภาพรวมของหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต	-ทราบถึงห้องที่ใช้ในการปฏิบัติงานจริง
2. วิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุ	เครื่องมือ IDEF0	-ทราบถึงการไหลของข้อมูล สารสนเทศและวัสดุในโซ่อุปทาน -ทราบถึงความสัมพันธ์ของแต่ห้องปฏิบัติงานและปัญหาที่เกิดในกระบวนการที่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุ
3. เก็บข้อมูลจากระบบการจัดการฐานข้อมูลของโรงพยาบาล	โปรแกรมการจัดการฐานข้อมูลของโรงพยาบาลใช้เครื่องมือ Microsoft Access	-ทราบข้อมูลของเลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้เลือดของเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง
4. หาแนวทางการลดของเสียภายในหน่วยคลังเลือด	การใช้การจัดการสินค้าคงคลังแบบหลักการหมุนเวียนเข้าก่อนออกก่อน FIFO	-ตารางแนวคิดการลดเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงหมดอายุ
5. การจำลองสถานการณ์	การจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล	-เลขสุ่มที่ได้จากฟังก์ชัน =RAND () เพื่อใช้ในการประมวลผลข้อมูลและดูของเสียที่เกิดขึ้นในระบบ
6. วิเคราะห์ข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้เลือดจากการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลเพื่อเปรียบเทียบผล	เว็บแอพพลิเคชั่น	-ทราบข้อมูลเกล็ดเลือด PC กรุ๊ปเลือดเอบีโอหมดอายุในระบบ -ทราบข้อมูลเม็ดเลือดแดง PRC กรุ๊ปเลือดเอบีโอหมดอายุในระบบ

ตารางที่ 3.1 สรุปวิธีดำเนินการวิจัยและผลที่คาดว่าจะได้รับ (ต่อ)

ขั้นตอนการดำเนินงาน	เทคนิคทางวิศวกรรมที่ใช้	ผลลัพธ์
7. เสนอแนวทางในการลดปริมาณเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง	การใช้การจัดการสินค้าคงคลังแบบหลักการหมุนเวียนเข้าก่อนออกก่อน FIFO	-ทราบถึงวันของเลือดที่เข้ามาเมื่อเลือดมีมากเกินความต้องการใช้จะปล่อยเลือดไปยังโรงพยาบาลต่าง ๆ โดยดูอายุเลือดที่เข้ามาให้เป็นระบบ FIFO
8. เสนอแนวทางบริหารคลังเลือดให้เพียงพอต่อความต้องการใช้	Time series plot	-ทราบถึงพฤติกรรมการใช้เกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง
9. สรุปผลการดำเนินงานวิจัย	ดัชนีการลดเลือดหมดอายุ	-ผลการเปรียบเทียบเลือดหมดอายุก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การศึกษาการลดของเสียในหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียภายในหน่วยคลังเลือดและบริหารคลังเลือดให้มีเลือดเพียงพอต่อความต้องการใช้ของเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงในหน่วยงานคลังเลือด ได้ดำเนินงานตามขั้นตอนการวิจัยที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 มีลำดับการดำเนินการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละขั้นตอนแสดงดังต่อไปนี้

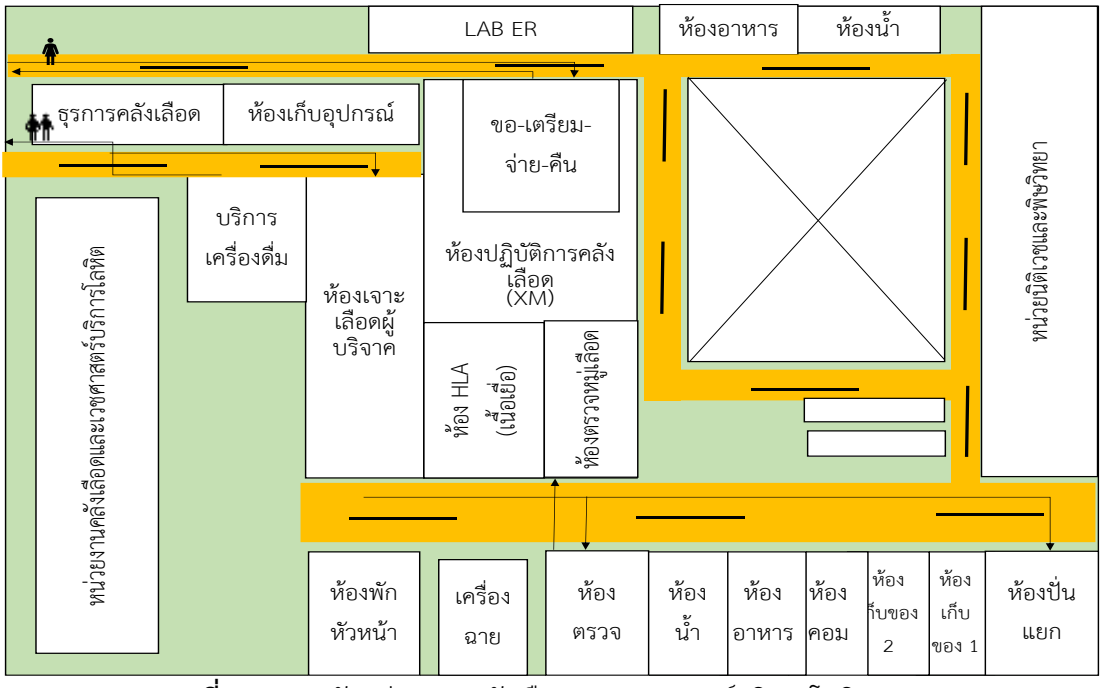
4.1 สภาพปัจจุบันของหน่วยคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต

หน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตเป็นหน่วยงานที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ทำหน้าที่รับบริจาคเลือดและปั่นแยกส่วนประกอบเลือดเพื่อนำไปใช้ในการรักษาผู้ป่วยที่เข้ามารักษาตัวในโรงพยาบาล มีแผนผัง (layout) ภาพรวมมองด้านบน (top view) ดังแสดงในรูปที่ 4.1 และวิเคราะห์ทั้งกระบวนการเพื่อหาสาเหตุของการเกิดเลือดหมดอายุภายในหน่วยงานคลังเลือด จากการศึกษาสภาพการทำงานปัจจุบันแบ่งออก 2 ส่วน คือ งานรับบริจาคเลือดและห้องปฏิบัติการ ในส่วนงานรับบริจาคเลือดทำหน้าที่รับบริจาคเลือดผู้ที่เข้ามาบริจาคเลือดให้กับโรงพยาบาลและออกไปรับบริจาคเลือดภายนอกโรงพยาบาล และห้องปฏิบัติการทำหน้าที่ปั่นแยกส่วนประกอบเลือด ตรวจเชื้อโรค ตรวจกรุ๊ปเลือด ตรวจความเข้ากันได้และจ่ายเลือดให้กับผู้ป่วย ลักษณะการทำงานทั้ง 2 ส่วนดำเนินงานในแต่ละวันพร้อมกัน หน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตมีห้องปฏิบัติการ 5 ห้องที่ใช้ปฏิบัติงานจริง ได้แก่ 1) ห้องธุรการคลังเลือดและลงทะเบียน 2) ห้องเจาะเลือดผู้บริจาค 3) ห้องปั่นแยกส่วนประกอบเลือด 4) ห้องตรวจเชื้อและ 5) ห้องปฏิบัติการคลังเลือด ดังแสดงในรูปที่ 4.2

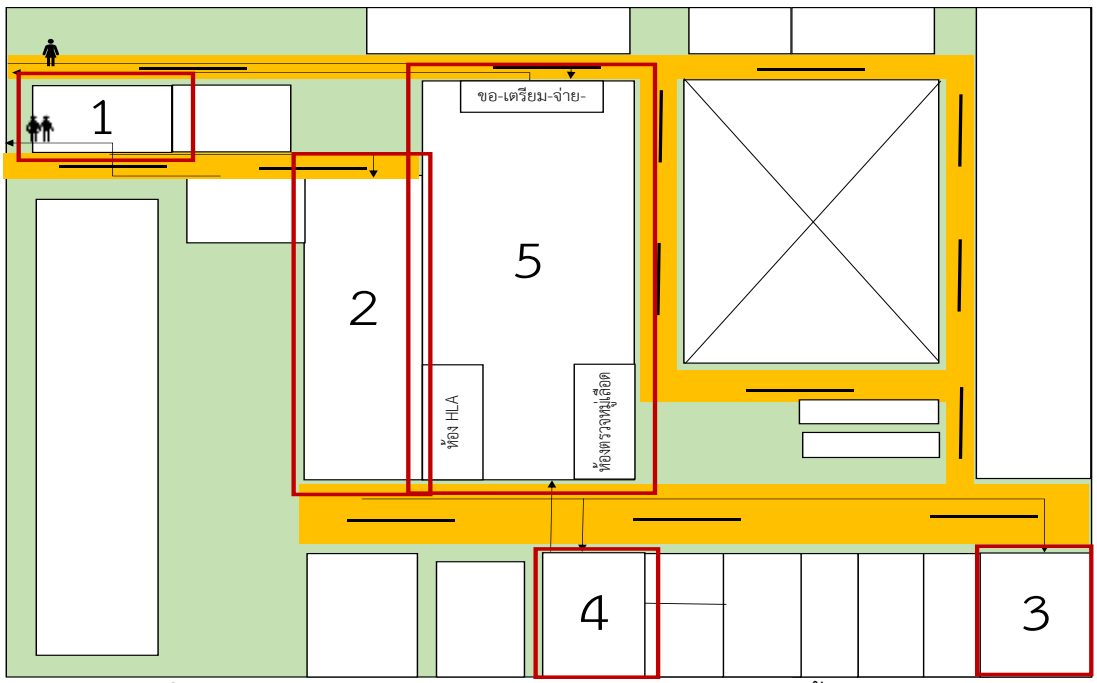
4.2 สาเหตุที่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุ

การทำงานของห้องปฏิบัติการทั้ง 5 ห้องที่กล่าวมา ได้แก่ ห้องธุรการหน่วยรับบริจาคเลือด ห้องเจาะเลือดผู้บริจาค ห้องปั่นแยกส่วนประกอบเลือด ห้องตรวจเชื้อและห้องปฏิบัติการคลังเลือด ใช้เครื่องมือ IDEF0 เพื่อแสดงกิจกรรมและทรัพยากรที่ใช้ในรูปปัจจัยนำเข้า (inputs) ตัวขับเคลื่อน (mechanisms) ตัวควบคุม (controls) และผลลัพธ์ (outputs) เพื่อแสดงการไหลของข้อมูล สารสนเทศและวัสดุในโซ่อุปทานภายในหน่วยงาน โดยพารามิเตอร์ Inputs 1 มีความหมายว่า ปัจจัยนำเข้าตัวที่ 1 Mechanisms 1 มีความหมายว่า ตัวขับเคลื่อนตัวที่ 1 Controls 1 มีความหมายว่า ตัวควบคุมตัวที่ 1 และ Outputs 1 มีความหมายว่า ผลลัพธ์ตัวที่ 1 ดังแสดงในรูปที่ 4.3 เพื่อแสดงถึง

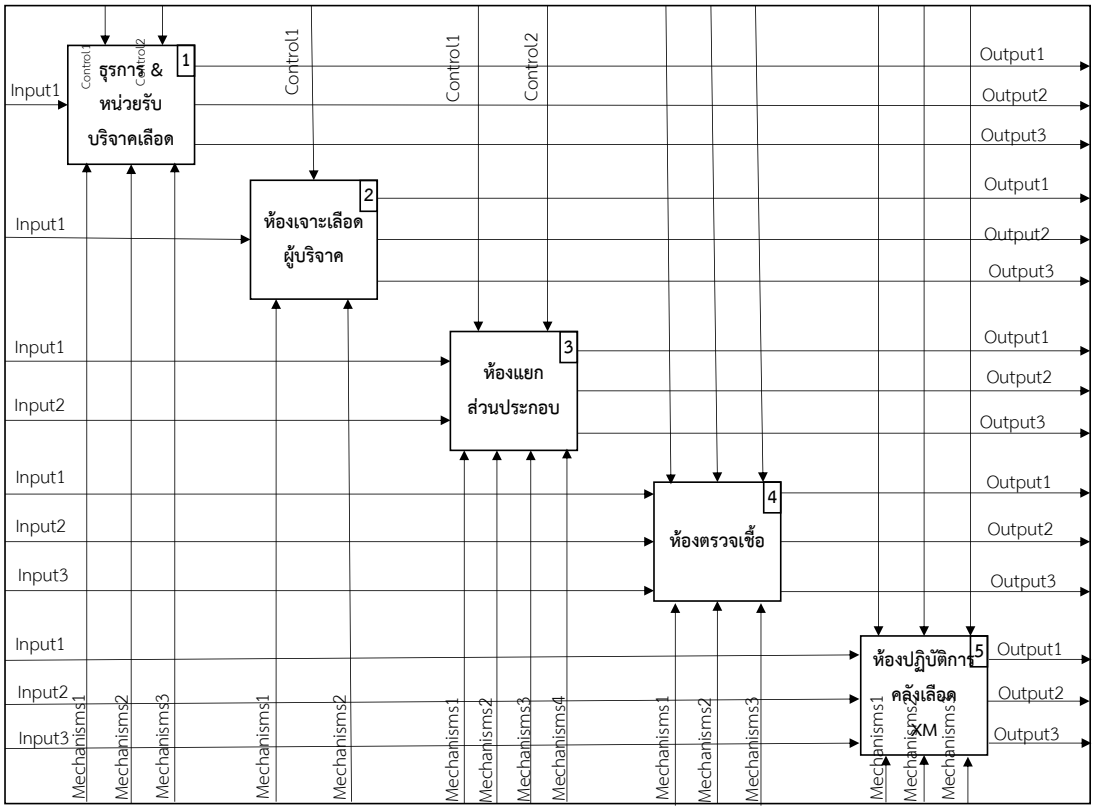
ความสำคัญของแต่ละห้องและแต่ละกระบวนการ จากภาพรวมใหญ่นำมาแยกแต่ละห้องแต่ละกระบวนการ ทำให้ทราบถึงปัญหาของเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงที่หมดอายุคือห้องปฏิบัติการคลังเลือดที่มีการสำรองเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง



รูปที่ 4.1 แผนผังหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต [24]



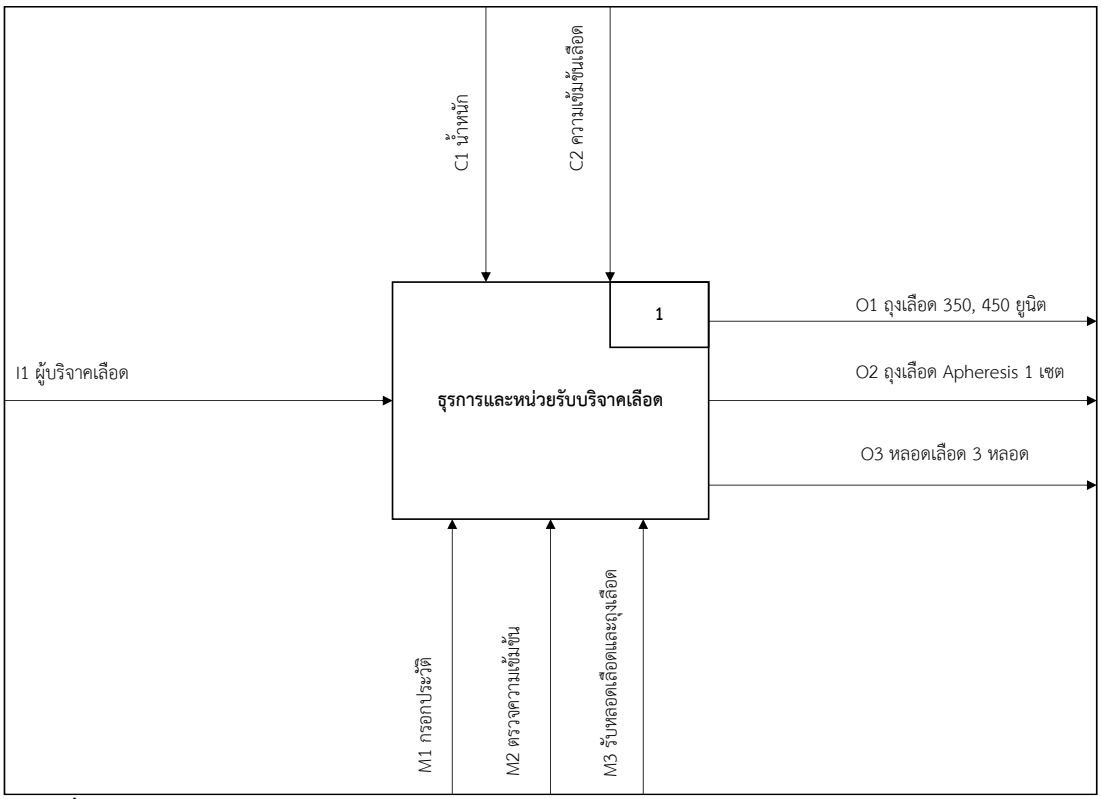
รูปที่ 4.2 ห้องปฏิบัติการคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตทั้ง 5 ห้อง [24]



รูปที่ 4.3 การไหลของข้อมูลสารสนเทศและวัสดุในโซ่อุปทานทั้ง 5 ห้องของหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต

เริ่มการไหลข้อมูลสารสนเทศและวัสดุในโซ่อุปทานตามที่แสดงในรูป 4.3 คือ ห้องธุรการและหน่วยรับบริจาคเลือด (ห้องที่ 1) ทำหน้าที่กรองข้อมูลผู้บริจาคเลือดให้กับโรงพยาบาล การรับบริจาคเปิดทำการทุกวันยกเว้นวันเสาร์ แสดงกิจกรรมและทรัพยากรที่ใช้ในรูปปัจจัยนำเข้า ได้แก่ ผู้บริจาคเลือด ตัวขับเคลื่อน ได้แก่ กรอกประวัติผู้ที่เข้ามาบริจาคเลือด ตรวจความเข้มข้น รับหลอดเลือดและถุงเลือด ตัวควบคุม ได้แก่ น้ำหนักของผู้บริจาคและความเข้มข้นเลือดของผู้บริจาคและผล ได้แก่ ถุงเลือดขนาด 350 และ 450 ยูนิต ถุงเลือดแบบอาเฟอริซิซ กรณีบริจาคเกล็ดเลือดแบบพิเศษและหลอดเลือด 3 หลอด ได้แก่ หลอดเลือดสีเขียวกรณีตรวจกรุ๊ปเลือด หลอดเลือดสีแดงกรณีตรวจเลือดระบบ NAT (nucleic acid amplification testing) และหลอดเลือดสีเหลืองกรณีตรวจเลือดระบบ CMIA (chemiluminescent microparticle Immunoassay) ดังแสดงในรูปที่ 4.4 ห้องเจาะเลือดผู้บริจาค (ห้องที่ 2) ทำหน้าที่เจาะเลือดผู้บริจาคที่ผ่านเกณฑ์คัดกรองจากห้องธุรการและหน่วยรับบริจาคเรียบร้อย ในห้องนี้มีการเจาะเลือด 2 แบบ คือ การเจาะเลือดแบบโลหิตรวม (whole blood) และเจาะเกล็ดเลือดอาเฟอริซิซ (leukocyte depleted platelet apheresis) คือ การเจาะเฉพาะเกล็ดเลือดโดยตรงจากผู้บริจาค แสดงกิจกรรมและทรัพยากรที่ใช้ในรูปปัจจัยนำเข้า ได้แก่ ผู้บริจาค

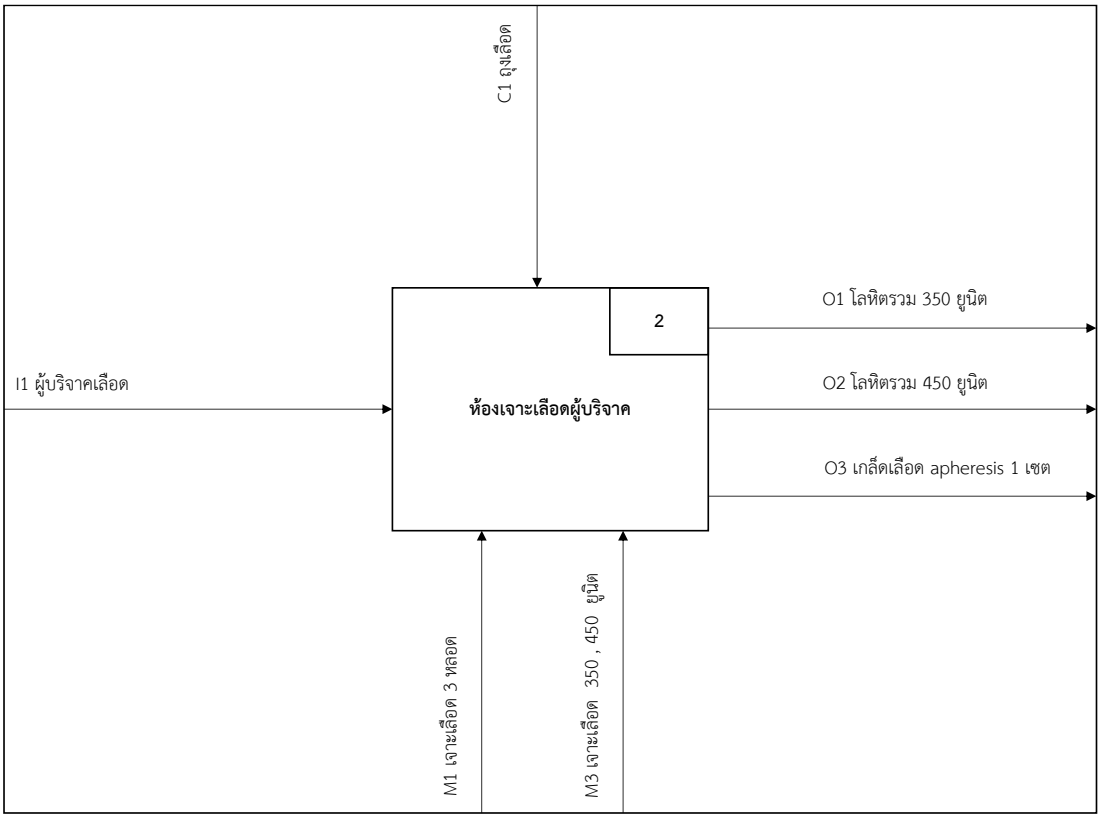
เลือดที่ผ่านเกณฑ์การรับบริจาค ตัวขับเคลื่อน ได้แก่ การเจาะตัวอย่างเลือด 3 หลอดเพื่อใช้ตรวจกรุ๊ปเลือด ตรวจระบบ NAT ตรวจระบบ CMIA และถุงเลือดขนาด 350 ยูนิต และ 450 ยูนิต ขึ้นอยู่กับน้ำหนักและความเข้มข้นเลือดของผู้บริจาค และผลที่ได้จากการเจาะเลือดผู้บริจาคได้แก่ โลหิตรวม 350 ยูนิต โลหิตรวม 450 ยูนิต และเกล็ดเลือดอาเฟอริซิซ 1 เซต ดังแสดงในรูปที่ 4.5 เมื่อได้โลหิตรวมจากผู้บริจาคเลือดนำเข้าสู่กระบวนการปั่นแยกส่วนประกอบเลือดในขั้นตอนต่อไป



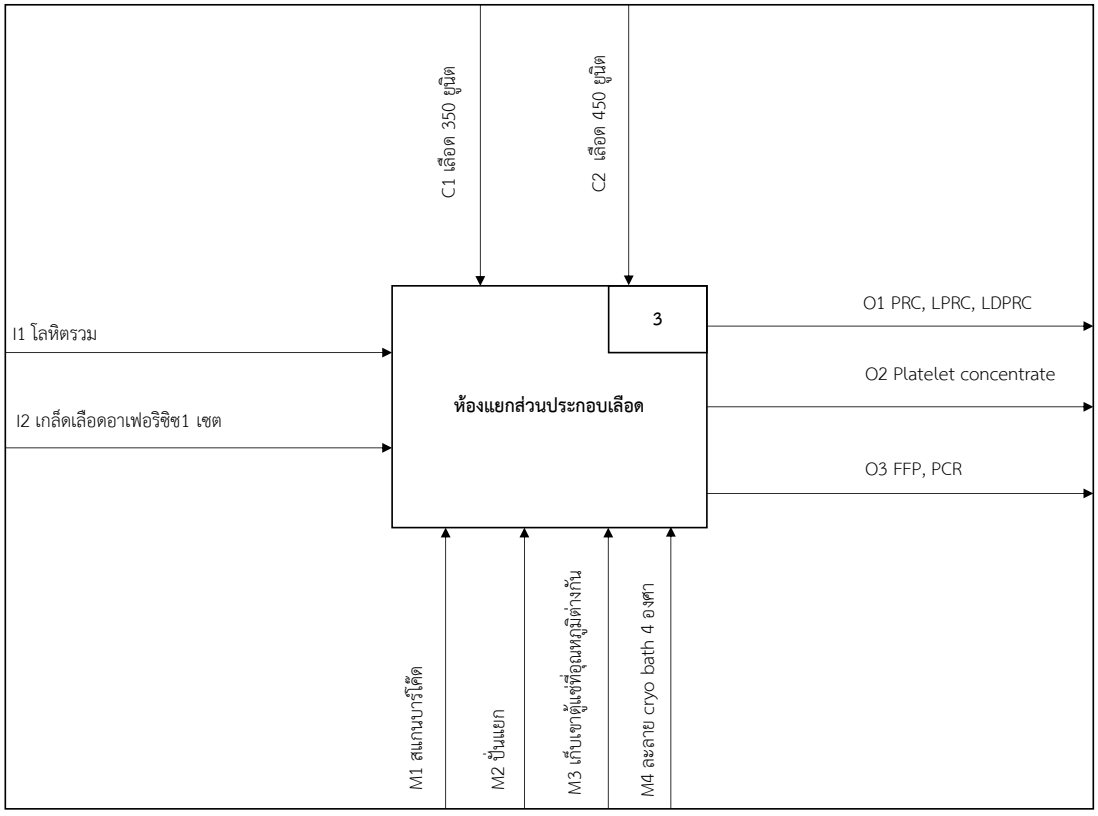
รูปที่ 4.4 การไหลของข้อมูลสารสนเทศและวัสดุในโซ่อุปทานของห้องธุรการและหน่วยรับบริจาคเลือด

เลือดที่ได้รับจากผู้บริจาคเลือดเรียกว่าโลหิตรวม (whole blood) หลังจากผ่านกระบวนการตรวจโรค 4 โรค ได้แก่ เชื้อไวรัสตับอักเสบบี เชื้อไวรัสตับอักเสบซี เชื้อเอชไอวีและเชื้อซิฟิลิส นำไปปั่นแยกได้ส่วนประกอบหลัก 3 ชนิด แยกตามส่วนประกอบที่ได้มากที่สุด ได้แก่ เม็ดเลือดแดง (red blood cell) เกล็ดเลือด (platelet) และพลาสมา (plasma) ตามลำดับ ส่วนประกอบแต่ละชนิดมีอายุการใช้งานแตกต่างกัน เม็ดเลือดแดงมีอายุการใช้งาน 42 วัน เกล็ดเลือดมีอายุการใช้งาน 5 วัน และพลาสมามีอายุการใช้งาน 1 ปี กิจกรรมและทรัพยากรของห้องแยกส่วนประกอบเลือด (ห้องที่ 3) แสดงในรูปปัจจัยนำเข้าได้แก่ โลหิตรวม คือ โลหิตที่ได้จากห้องเจาะเลือดผู้บริจาคและเกล็ดเลือดอาเฟอริซิซ เกล็ดเลือดรอการยืนยันการติดเชื้อหรือไม่ติดเชื้อจากห้องตรวจเชื้อก่อนจะนำไปเก็บในตู้

แช่ที่อุณหภูมิ 20 ถึง 24 องศาเซลเซียส มีการเขย่าตลอดเวลา ตัวขับเคลื่อนได้แก่ การสแกนบาร์โค้ดเพื่อเก็บข้อมูลเลือดที่เข้ามาในแต่ละวัน การปั่นแยกส่วนประกอบเลือด การเก็บเลือดเข้าตู้แช่อุณหภูมิที่แตกต่างกัน และการละลาย cryo bath ที่ 4 องศาเซลเซียส ตัวควบคุม ได้แก่ ถุงเลือดที่ใช้ขนาด 350 ยูนิต และ 450 ยูนิต กรณีถุงเลือด 350 ยูนิต นำไปปั่นแยกได้ส่วนประกอบเลือด 2 ชนิด ได้แก่ เม็ดเลือดแดงและพลาสมา และถุงเลือด 450 ยูนิต นำไปปั่นแยกส่วนประกอบเลือดได้ส่วนประกอบ 3 ชนิด ได้แก่ เม็ดเลือดแดง พลาสมา เกล็ดเลือด และผลที่ได้จากห้องปั่นแยกส่วนประกอบเลือด ได้แก่ เม็ดเลือดแดงอัดแน่น (pack red cell) เม็ดเลือดแดงเข้มข้นที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte poor packed red cell) เม็ดเลือดแดงที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการกรอง (leukocyte depleted packed red cell) เกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม (platelet concentrate) เกล็ดเลือดที่ขจัดเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte depleted platelet concentrate) เกล็ดเลือดจากการเจาะเก็บด้วยวิธีอาเฟอริซิซ (leukocyte depleted platelet apheresis) พลาสมาสดแช่แข็ง (fresh frozen plasma) พลาสมาที่แยกไครโอปรีซิปิเตทออก (plasma cryo reduced) และไครโอปรีซิปิเตท (cryo-precipitate) ดังแสดงในรูปที่ 4.6



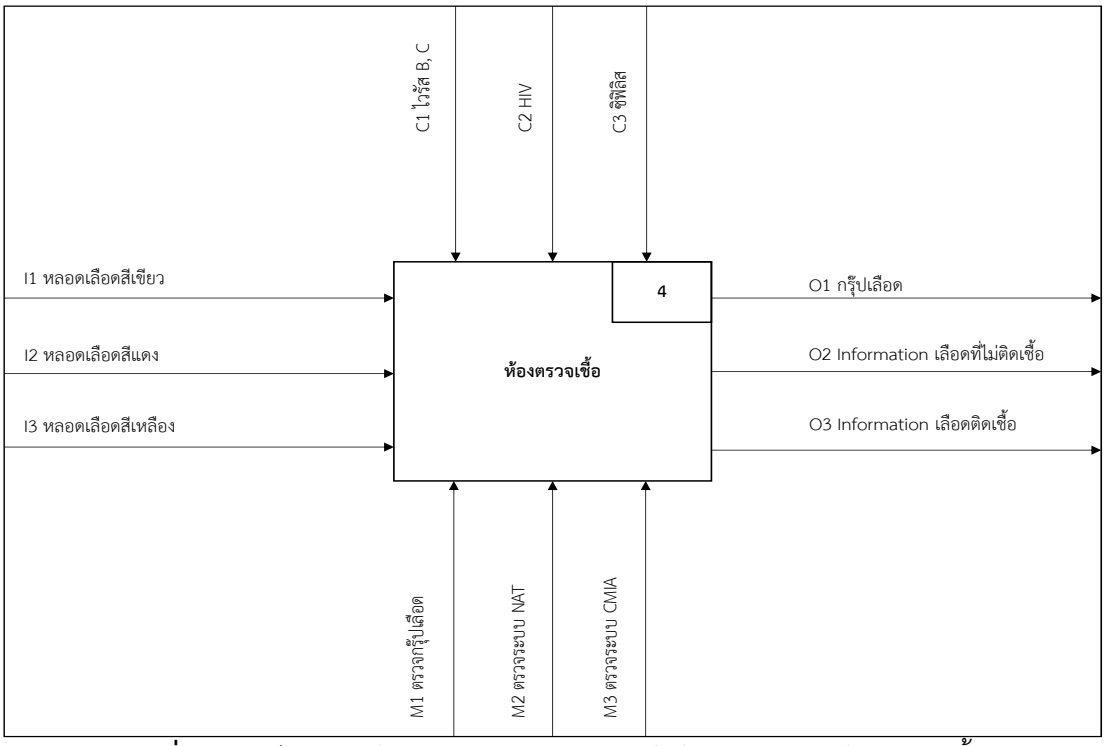
รูปที่ 4.5 การไหลของข้อมูลสารสนเทศและวัสดุในโซ่อุปทานของห้องเจาะเลือดผู้บริจาค



รูปที่ 4.6 การไหลของข้อมูลสารสนเทศและวัสดุในโซ่อุปทานของห้องปั่นแยกส่วนประกอบเลือด

หลังจากปั่นแยกส่วนประกอบเลือดเรียบร้อย ส่งตัวอย่างเลือดไปห้องตรวจเชื้อ (ห้องที่ 4) ทำหน้าที่ตรวจเชื้อจากกลุ่มตัวอย่างผู้ที่เข้ามาบริจาคเลือด ได้แก่ หลอดเลือด 3 หลอดเพื่อตรวจกรุ๊ปเลือดและตรวจเชื้อโรค 4 โรค ได้แก่ เชื้อไวรัสตับอักเสบบี เชื้อไวรัสตับอักเสบซี เชื้อเอชไอวีและเชื้อซิฟิลิส ถ้าตรวจพบเชื้อโรคในกลุ่มตัวอย่างเลือดที่เข้ามาบริจาคพบเชื้อโรคตัวใดตัวหนึ่งเลือดที่ได้จากผู้บริจาคเลือดไม่สามารถใช้ได้ทันทีและต้องนำไปเก็บในตู้ติดเชื้อเพื่อรอการทำลายต่อไป ห้องตรวจเชื้อแสดงกิจกรรมและทรัพยากรที่ใช้ในรูปปัจจัยนำเข้า ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างเลือดที่เข้ามาตรวจเชื้อ 3 หลอด ได้แก่ หลอดเลือดสีเขียวทำหน้าที่ตรวจกรุ๊ปเลือด หลอดเลือดสีแดงทำหน้าที่ตรวจระบบ NAT (nucleic acid amplification testing) และหลอดเลือดสีเหลืองทำหน้าที่ตรวจระบบ CMIA (chemiluminescent microparticle) ตัวขับเคลื่อนได้แก่ การตรวจกรุ๊ปเลือด คือ การตรวจหากรุ๊ปเลือดของกลุ่มอย่างเลือดที่เข้ามาบริจาค การตรวจระบบ NAT (nucleic acid amplification testing) เป็นการตรวจสารพันธุกรรมของเชื้อไวรัสตับอักเสบบี (DNA) เชื้อไวรัสตับอักเสบซี (RNA) และเชื้อเอชไอวี (RNA) ในช่วงแอนติบอดี (antibody) ให้ผลลบ (negative) และการตรวจระบบ CMIA (chemiluminescent microparticle) เป็นการตรวจหาแอนติเจน (antigen) และแอนติบอดี (antibody) ใช้ paramagnetic particle เป็น solid phase ที่เคลือบด้วย HIV แอนติเจน (antigen)

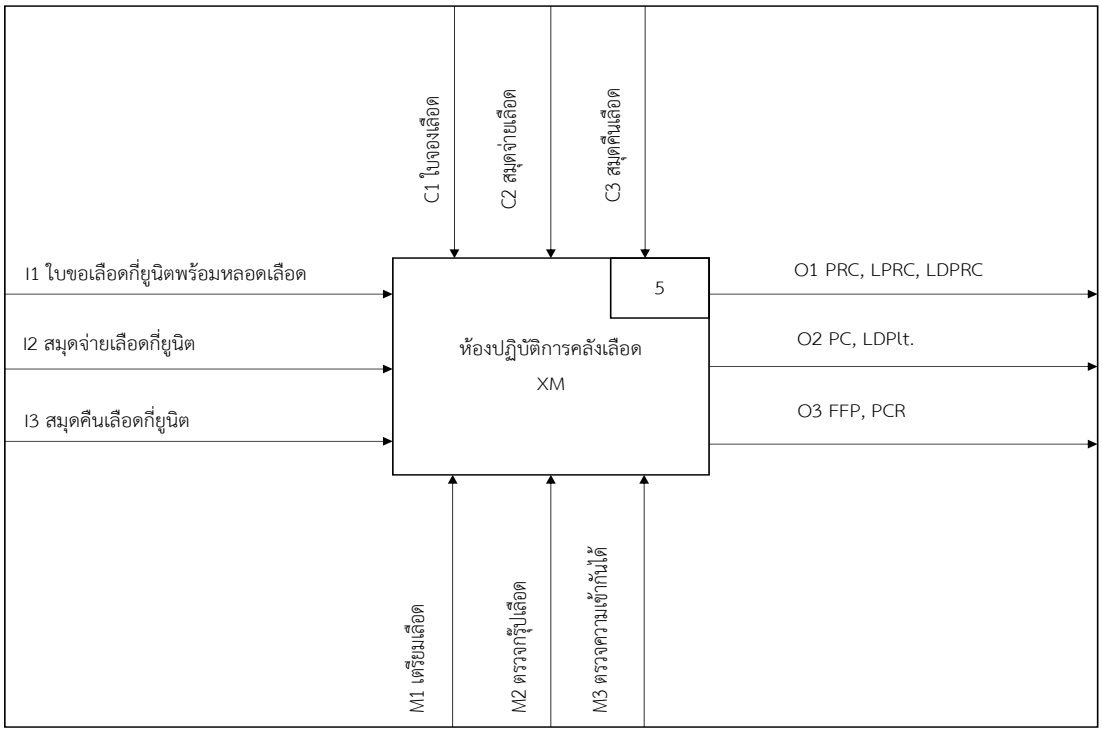
เมื่อใส่ serum ของผู้ป่วยลงไป HIV Ab หรือ HIV Ag ใน serum ทำปฏิกิริยากับ HIV Ag หรือ HIV Ab ที่เคลือบ particle จากนั้น complex ที่เกิดขึ้นจะทำปฏิกิริยากับ conjugate ที่ติดฉลากด้วยสาร acridinium เมื่อเติมน้ำยาที่กระตุ้นหรือเร่งให้สาร acridinium เปล่งแสงออกมาเครื่องจะวัดปริมาณแสงที่ได้ซึ่งสัมพันธ์กับ HIV Ab ทำงานด้วยการตรวจเพื่อหาแอนติบอดี (antibody) ต่อเชื้อไวรัสตับอักเสบบี เชื้อไวรัสตับอักเสบซี เชื้อเอชไอวีและเชื้อซิฟิลิส ตัวควบคุม ได้แก่ เชื้อโรค 4 ชนิด เชื้อไวรัสตับอักเสบบี เชื้อไวรัสตับอักเสบซี เชื้อเอชไอวีและเชื้อซิฟิลิส และผลที่ได้จากห้องตรวจเชื้อ ได้แก่ กรุ๊ปเลือดของกลุ่มตัวอย่าง ข้อมูลเลือดติดเชื้อและข้อมูลเลือดไม่ติดเชื้อ กรณีเลือดไม่ติดเชื้อนำเลือดที่ได้จากห้องปั่นแยกส่วนประกอบเลือดเก็บไว้ในคลังเลือดหรือในตู้ที่ผ่านการตรวจเชื้อพร้อมรอการเตรียมและใช้งานขั้นตอนต่อไปดังแสดงในรูปที่ 4.7 ห้องตรวจเชื้อเป็นห้องปิดเนื่องจากเป็นห้องที่ใช้ในการตรวจเชื้อ ตรวจเนื้อเยื่อความเข้ากันได้ของเลือดแล้ว ยังต้องเป็นห้องที่มีการควบคุมอุณหภูมิพิเศษสำหรับเครื่องจักรที่ใช้ภายในห้องเพื่อความแม่นยำสำหรับการตรวจเชื้อโรคต่าง ๆ



รูปที่ 4.7 การไหลของข้อมูลสารสนเทศและวัสดุในโซ่อุปทานของห้องตรวจเชื้อ

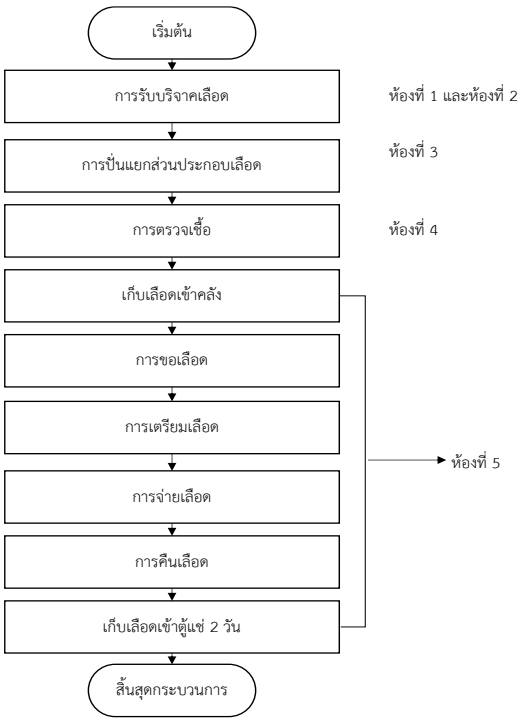
ห้องปฏิบัติการคลังเลือด (ห้องที่ 5) ทำหน้าที่เตรียมเลือดสำหรับผู้ป่วยที่ต้องการใช้เลือดคือนำไปตรวจกรุ๊ปเลือดตรวจความเข้ากันได้ของเลือด จ่ายเลือดและรับเลือดคืน แสดงกิจกรรมและทรัพยากรที่ใช้ในรูปปัจจัยนำเข้า ได้แก่ ใบขอเลือดจากผู้ป่วย สมุดการจ่ายเลือดของผู้ป่วยและสมุดการคืนเลือดของผู้ป่วย ต้องนำมาทุกครั้งที่มีการจ่ายเลือดหรือการคืนเลือด ตัวขับเคลื่อนได้แก่ การ

เตรียมเลือด การตรวจกรุ๊ปเลือดและการตรวจความเข้ากันได้ ตัวควบคุมได้แก่ ใบจองเลือด สมุดจ่ายเลือด สมุดคืนเลือด และผลที่ได้จากห้องปฏิบัติการคลังเลือด ได้แก่ ส่วนประกอบต่าง ๆ ได้แก่ เม็ดเลือดแดงอัดแน่น (packed red cell) เม็ดเลือดแดงเข้มข้นที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte poor packed red cell) เม็ดเลือดแดงที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการกรอง (leukocyte depleted packed red cell) เกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม (platelet concentrate) เกล็ดเลือดที่ขจัดเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte depleted platelet concentrate) เกล็ดเลือดจากการเจาะเก็บด้วยวิธีอาเฟอริซิซ (leukocyte depleted platelet apheresis) พลาสมาสดแช่แข็ง (fresh frozen plasma) พลาสมาที่แยกไครโอปรีซิปิเตทออก (plasma cryo reduced) และไครโอปรีซิปิเตท (cryo-precipitate) ดังแสดงในรูปที่ 4.8

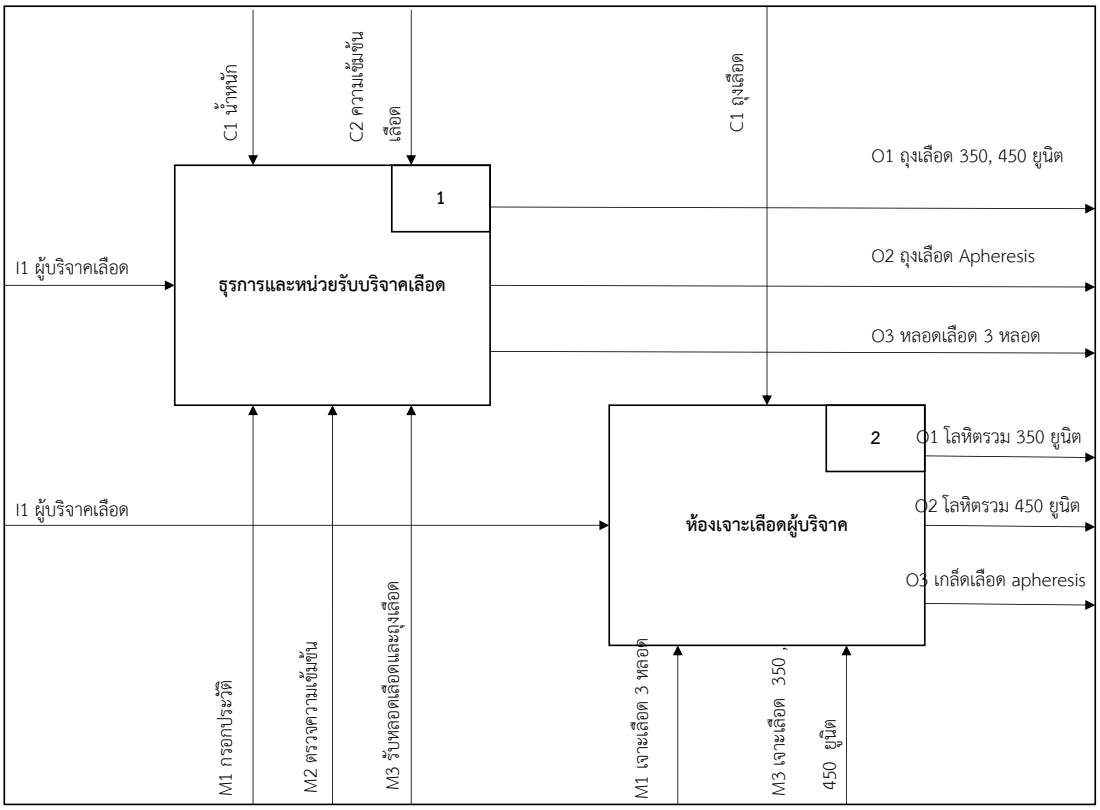


รูปที่ 4.8 การไหลของข้อมูลสารสนเทศและวัสดุในโซ่อุปทานของห้องปฏิบัติการคลังเลือด

จากกระบวนการทั้งหมด 5 ห้องที่กล่าวมาแยกกระบวนการทำงานทั้งหมดของหน่วยงานคลังเลือดดังแผนผังกระบวนการทำงานทั้งหมดของหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต มีลำดับขั้นตอนการทำงานดังรูปที่ 4.9 ลักษณะการทำงานของหน่วยงานคลังเลือดแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่ งานรับบริจาคลักษณะการทำงานครอบคลุมสองห้อง ได้แก่ ส่วนแรกห้องธุรการหน่วยบริจาคเลือดและห้องเจาะเลือดผู้บริจาค (ห้องที่ 1 และห้องที่ 2) เขียนแผนผังในกระบวนการแสดงกิจกรรมหรือวัสดุในโซ่อุปทานดังแสดงในรูปที่ 4.10

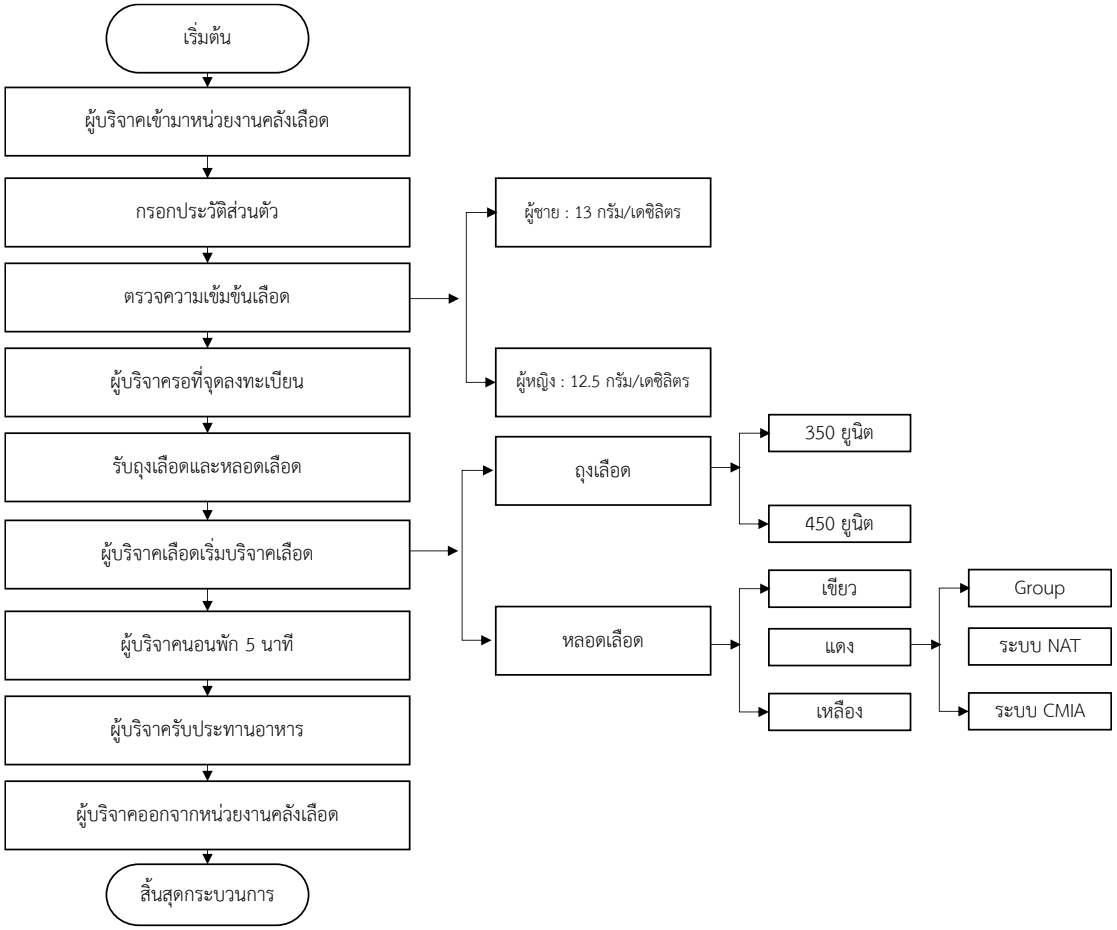


รูปที่ 4.9 แผนผังกระบวนการทำงานทั้งหมดของหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต



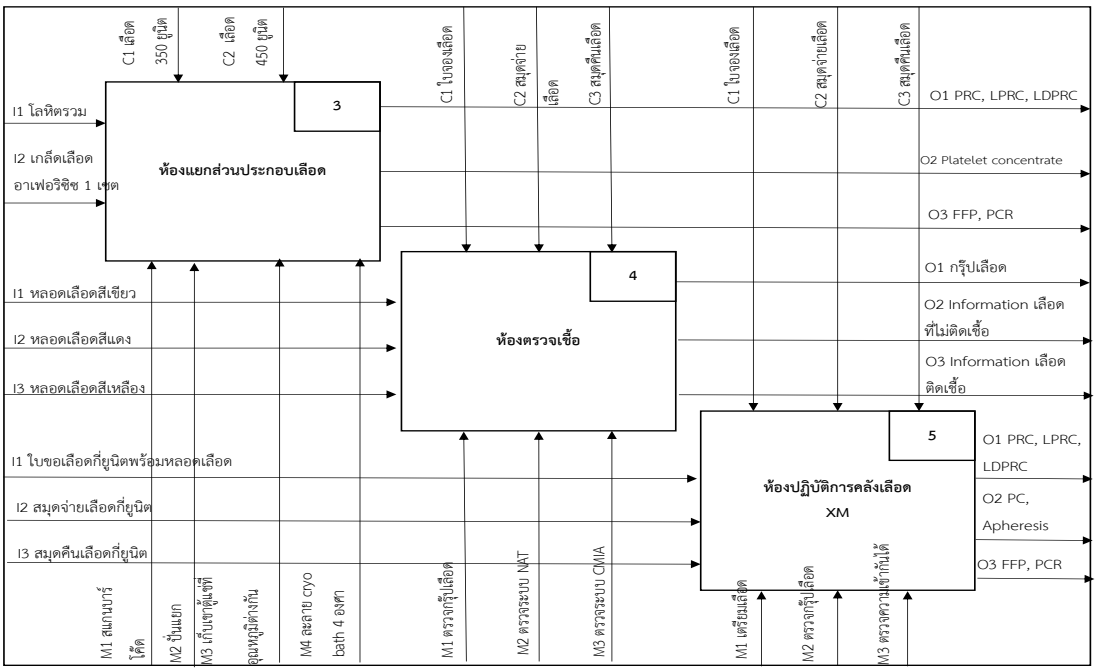
รูปที่ 4.10 การไหลของข้อมูลสารสนเทศและวัสดุในโซ่อุปทานของงานบริจาคเลือด

กระบวนการรับบริจาคเลือดที่ทำงานในห้องธุรการหน่วยบริจาคเลือดและห้องเจาะเลือดผู้บริจาคแสดงดังรูปที่ 4.11 เริ่มจากผู้ที่ต้องการบริจาคเลือดเข้ามายังหน่วยงานคลังเลือดและกรอกประวัติส่วนตัวและตรวจความเข้มข้นของเลือด ผู้บริจาคผู้ชายต้องมีความเข้มข้นของเลือด 13 กรัมต่อเดซิลิตรและผู้หญิงต้องมีความเข้มข้นเลือด 12.5 กรัมต่อเดซิลิตจึงบริจาคเลือดได้ หลังจากผ่านกระบวนการตรวจความเข้มข้นเลือดแล้วจะได้รับถุงเลือดและหลอดเลือดเพื่อใช้ในการบริจาคเลือดและตัวอย่างเลือดเพื่อตรวจกรุ๊ปเลือดและตรวจเชื้อโรค การบริจาคเลือดใช้เวลาประมาณ 35 นาทีนับตั้งแต่ผู้บริจาคเข้ามาหน่วยงานคลังเลือดถึงผู้บริจาคออกจากหน่วยงานคลังเลือด



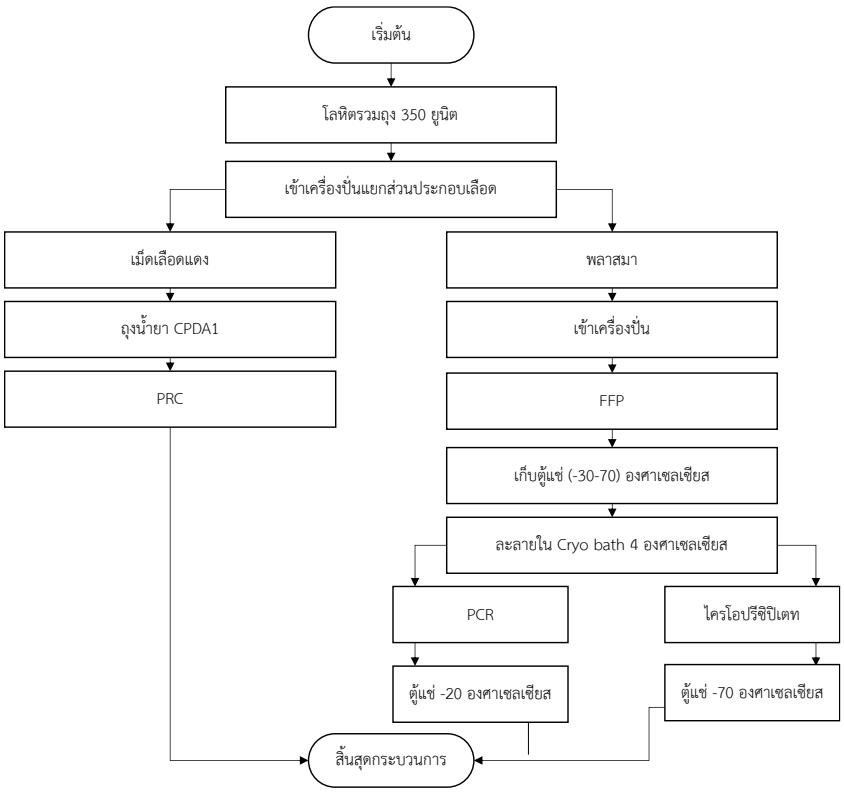
รูปที่ 4.11 กระบวนการรับบริจาคเลือด

ส่วนที่ 2 ได้แก่ ห้องแยกส่วนประกอบเลือด ห้องตรวจเชื้อและห้องปฏิบัติการคลังลือด (ห้องที่3 ห้องที่ 4 และห้องที่ 5) เขียนแผนผังในกระบวนการแสดงกิจกรรมหรือวัสดุในโซ่อุปทานของห้องปฏิบัติการดังแสดงในรูปที่ 4.12

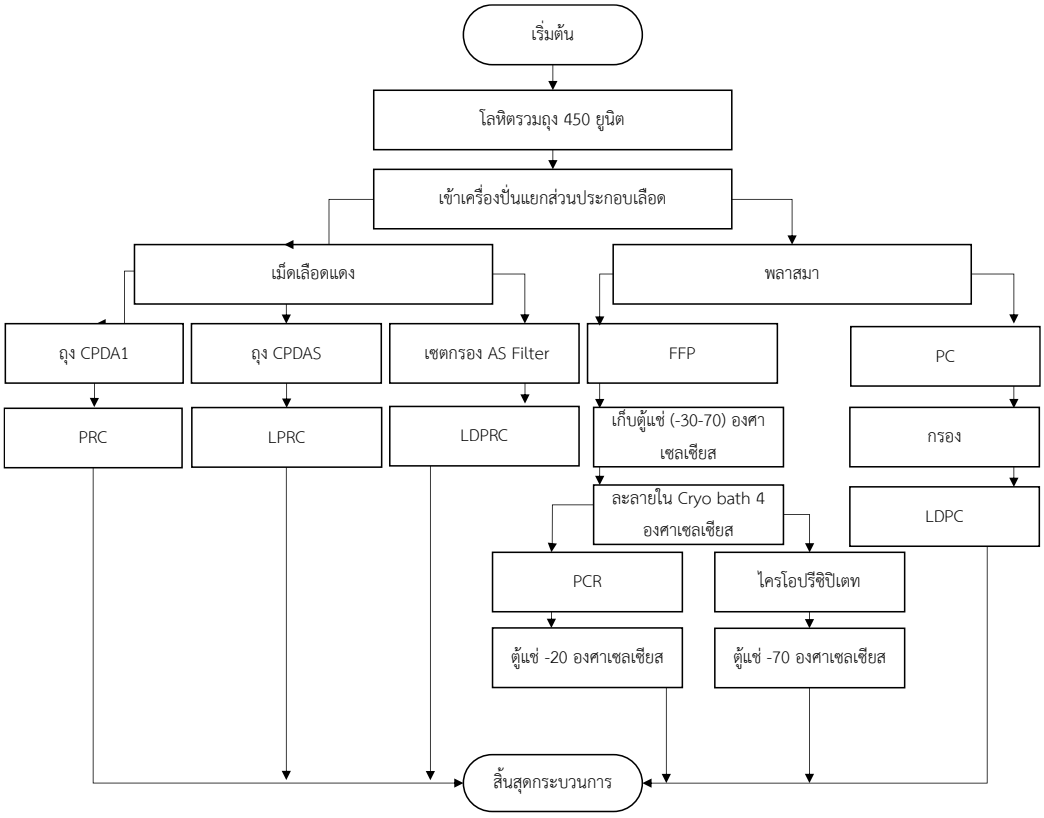


รูปที่ 4.12 การไหลของข้อมูลสารสนเทศและวัสดุในโซ่อุปทานของห้องปฏิบัติการ

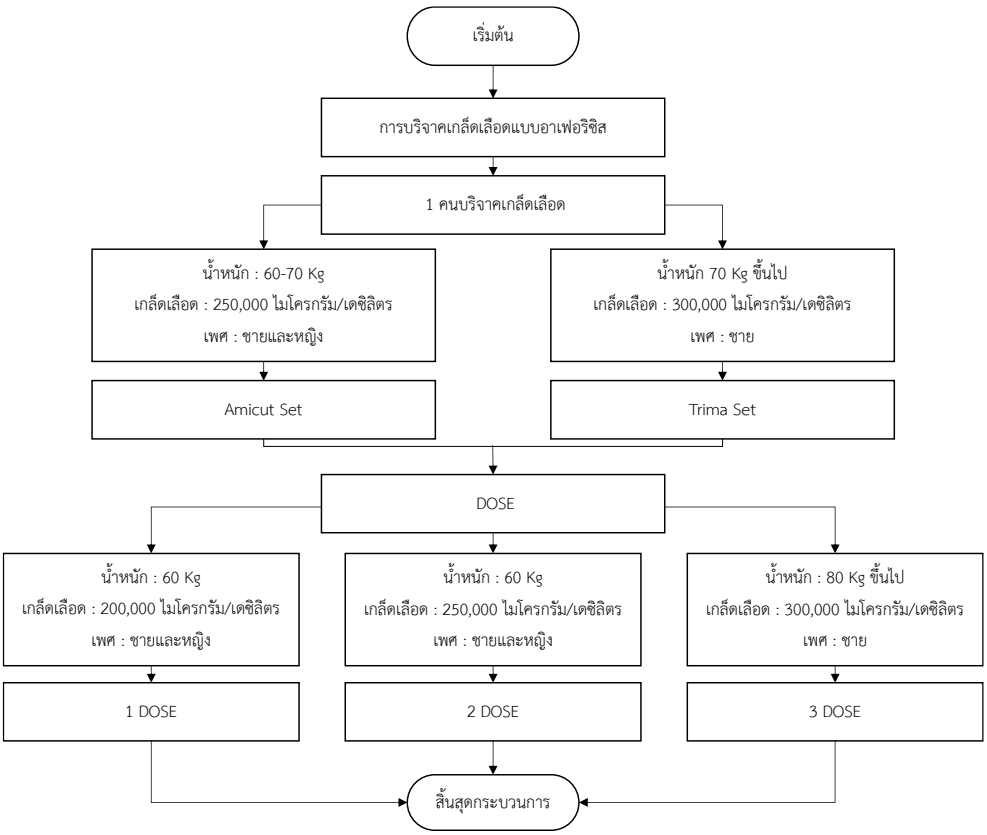
ห้องปั่นแยกส่วนประกอบเลือด แยกโลหิตรวมที่ได้จากผู้บริจาค (whole blood) 2 ชนิด คือ โลหิตรวมถุง 350 ยูนิต และโลหิตรวมถุง 450 ยูนิต กระบวนการปั่นแยกส่วนประกอบเลือดถุง 350 ยูนิต เหมาะสำหรับเพศหญิงและเพศชายที่มีน้ำหนัก 45 ถึง 52 กิโลกรัม ส่วนประกอบเลือดที่ได้จากการปั่นแยกส่วนประกอบเลือดถุง 350 ยูนิต ได้แก่ เม็ดเลือดแดง (red blood cell) และพลาสมาสดแช่แข็ง (fresh frozen plasma) ดังแสดงในรูปที่ 4.13 กระบวนการปั่นแยกส่วนประกอบเลือดถุง 450 ยูนิต เหมาะสำหรับเพศหญิงและเพศชายที่มีน้ำหนักมากกว่า 52 กิโลกรัมขึ้นไป ส่วนประกอบเลือดที่ได้จากการปั่นแยกส่วนประกอบเลือดถุง 450 ยูนิต ได้แก่ เม็ดเลือดแดง (red blood cell) พลาสมาสดแช่แข็ง (fresh frozen plasma) และเกล็ดเลือด (platelet) ดังแสดงในรูปที่ 4.14 กระบวนการรับบริจาคเกล็ดเลือดแบบอาเฟอริซิซเป็นกระบวนการปั่นเลือกเฉพาะเกล็ดเลือดจากมือผู้บริจาคโดยตรง การบริจาคเลือด 1 คน ได้เท่ากับ 6 ยูนิตของการบริจาคเกล็ดเลือดที่เตรียมจากโลหิตรวมขึ้นอยู่กับน้ำหนักและเกล็ดเลือดของผู้บริจาค และการบริจาคเกล็ดเลือดแบบอาเฟอริซิซ 1 DOSE 2 DOSE และ 3 DOSE แยกด้วยปริมาณเกล็ดเลือดของผู้บริจาคเลือด ส่วนใหญ่ผู้หญิงบริจาคได้เพียง 1 DOSE 2 DOSE และเพศชายบริจาคได้ 1 DOSE 2 DOSE และ 3 DOSE ดังแสดงในรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.13 กระบวนการปั่นแยกส่วนประกอบของเลือดถุง 350 ยูนิต



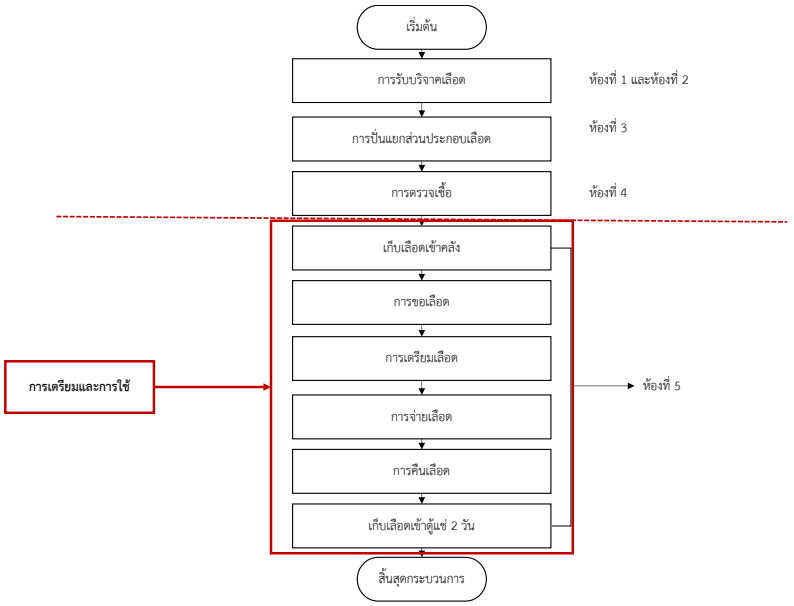
รูปที่ 4.14 กระบวนการปั่นแยกส่วนประกอบของเลือดถุง 450 ยูนิต



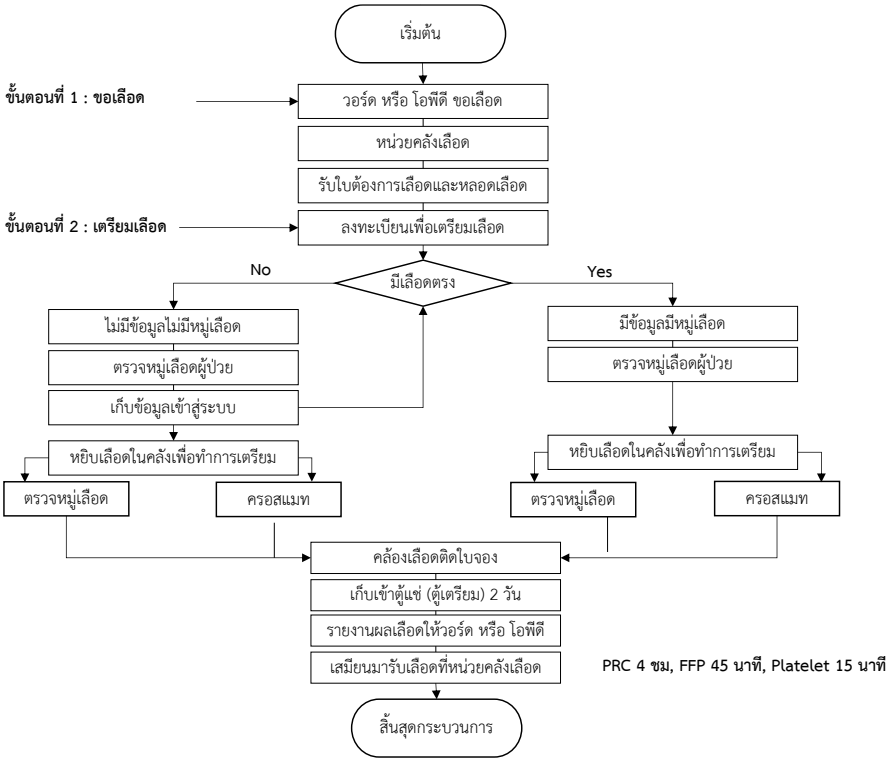
รูปที่ 4.15 กระบวนรับบริจาคเลือดอาเฟอริซิซ

ในระหว่างปั่นแยกส่วนประกอบเลือดห้องตรวจเชื้อจะทำหน้าที่ตรวจเชื้อโรค 4 โรค ได้แก่ เชื้อไวรัสตับอักเสบบี เชื้อไวรัสตับอักเสบซี เชื้อเอชไอวีและเชื้อซิฟิลิส จากตัวอย่างเลือดผู้บริจาคควบคู่กันไป หลังจากผ่านการตรวจเชื้อจะทราบข้อมูลเลือดติดเชื้อและเลือดไม่ติดเชื้อ กรณีเลือดติดเชื้อนำเลือดไปเก็บในตู้ติดเชื้อเพื่อรอการทำลายและเลือดไม่ติดเชื้อนำไปเก็บในตู้แช่ที่ผ่านการตรวจเชื้อของแต่ละส่วนประกอบเพื่อรอการเรียกใช้จากแพทย์ต่อไป และห้องปฏิบัติการคลังเลือดทำหน้าที่รับใบสั่งจากแพทย์หรือใบต้องการขอใช้เลือดจากแพทย์ ทำการเตรียมเลือด การจ่ายเลือดและการรับคืนเลือดดังแสดงในรูปที่ 4.16 หลังจากเลือดผ่านกระบวนการตรวจเชื้อโรค 4 โรคแล้วนำมาเก็บไว้ในห้องปฏิบัติการคลังเลือดเพื่อความสะดวก เมื่อมีใบสั่งจากแพทย์หรือใบต้องการขอใช้เลือดจากแพทย์ทางห้องปฏิบัติการคลังเลือดจะเตรียมเลือดได้อย่างรวดเร็ว หลังจากทางหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตได้รับใบสั่งจากแพทย์หรือใบต้องการใช้เลือดจากแพทย์หน่วยคลังเลือดลงทะเบียนในระบบเพื่อเตรียมเลือดเท่ากับจำนวนที่แพทย์ขอ เช่น แพทย์ขอจำนวน 10 ยูนิต หน่วยงานคลังเลือดต้องเตรียมเลือดจำนวน 10 ยูนิต ดังแสดงในรูปที่ 4.17 กระบวนการเตรียมเลือดของแต่ละส่วนประกอบเลือดใช้เวลาต่างกัน เม็ดเลือดแดงใช้เวลาในการเตรียมเลือด 4 ชั่วโมง เนื่องจากต้องทำการตรวจกรุ๊ปเลือดและต้องตรวจความเข้ากันได้ (crossmatch) ของเลือดแต่ละถุงเลือด กรณีของ

พลาสมาสดแช่แข็งใช้เวลาในการเตรียม 45 นาที และเกล็ดเลือดใช้เวลาในการเตรียม 15 นาที พลาสมาสดแช่แข็งและเกล็ดเลือดตรวจเพียงกรุ๊ปเลือดเท่านั้นโดยไม่ต้องทำการตรวจความเข้ากันได้ สามารถจ่ายเลือดให้กับผู้ป่วยได้

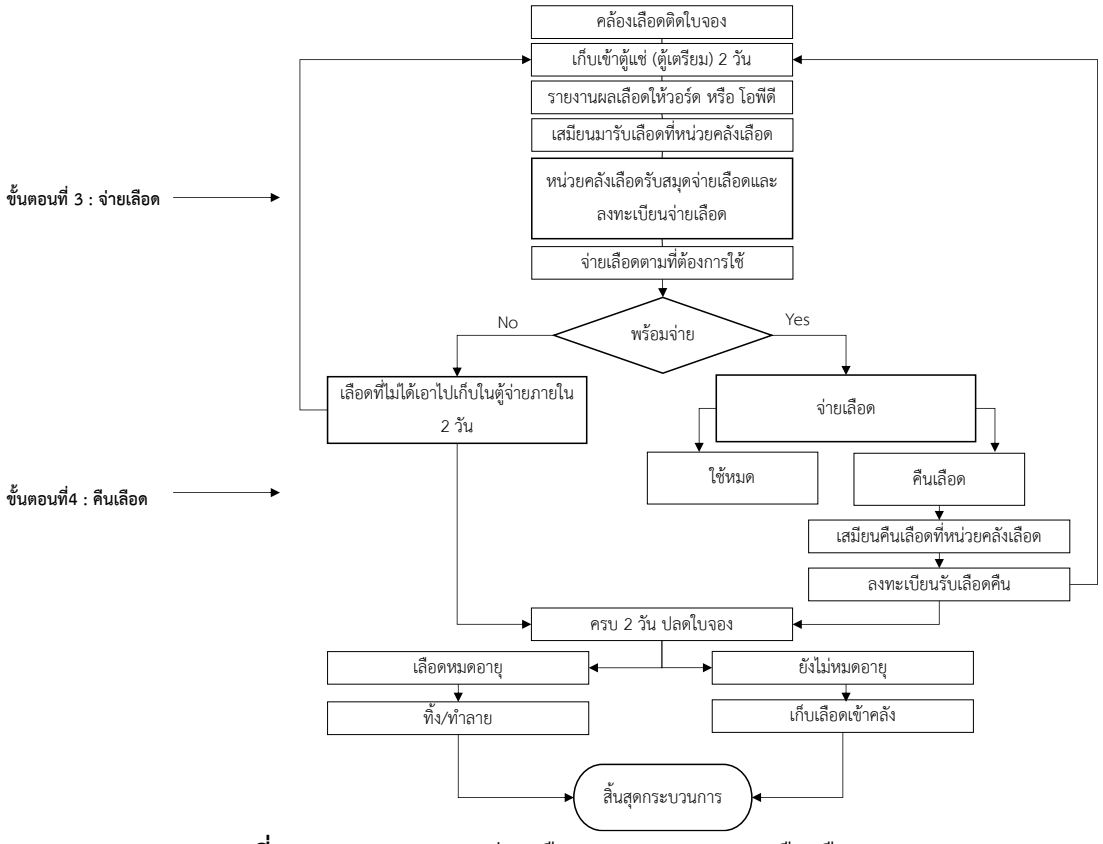


รูปที่ 4.16 กระบวนการทำงานของหน่วยคลังเลือด



รูปที่ 4.17 กระบวนการขอเลือดและกระบวนการเตรียมเลือด

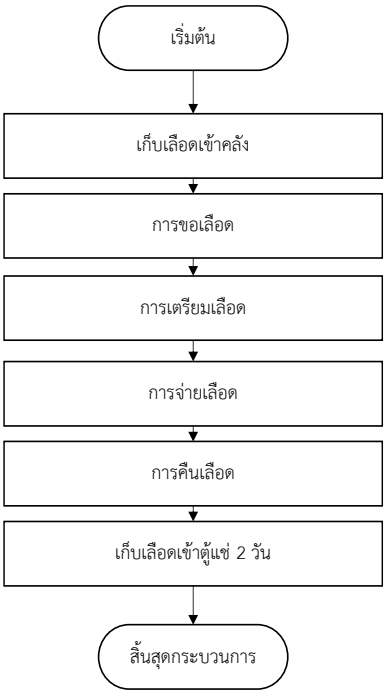
หลังจากเลือดผ่านกระบวนการเตรียมเลือดและคล้องใบจองเลือดเรียบร้อยแล้ว นำเลือดไปเก็บในตู้แช่หรือตู้ผ่านการเตรียมแล้ว จากนั้นรายงานผลเลือดให้วอร์ดรับทราบและจ่ายเลือดคล้องใบจองให้แก่เสมียนผู้ที่มารับเลือดนำไปใช้ในวอร์ดนั้น ๆ เมื่อจ่ายเลือดไปแล้ววอร์ดใช้เลือดไม่หมดต้องคืนเลือดให้กับหน่วยงานคลังเลือดพร้อมคล้องใบจองเลือด เลือดที่ผ่านการเตรียมแล้วสามารถเก็บในตู้แช่ได้ 2 วัน ถ้าภายในสองวันยังไม่มีการมารับเลือดนำไปใช้จะปลดใบจองและนำเลือดไปเก็บเข้าคลังเลือด หากเลือดหมดอายุจะนำไปเก็บในตู้เลือดเสียเพื่อรอการทำลายต่อไปดังแสดงในรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 กระบวนการจ่ายเลือดและกระบวนการคืนเลือด

จากการสำรวจสภาพปัญหาปัจจุบันของหน่วยคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตเห็นได้ว่าจากกระบวนการทำงานทั้งหมดของหน่วยงานคลังเลือดตั้งแต่กระบวนการรับบริจาคเลือดทำงานในห้องที่ 1 และ ห้องที่ 2 กระบวนการปั่นแยกส่วนประกอบเลือดทำงานในห้องที่ 3 กระบวนการตรวจเชื้อทำงานในห้องที่ 4 ไม่มีการสำรองเลือดและส่วนประกอบของเลือด ดังนั้นปัญหาที่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุได้คือห้องปฏิบัติการคลังเลือดทำงานในห้องที่ 5 มีการเก็บเลือดเข้าคลัง การขอเลือด การเตรียมเลือด การจ่ายเลือดและการคืนเลือดดังแสดงในรูปที่ 4.19 ทำให้การสำรองเลือดมีปริมาณมากเกินความต้องการใช้เป็นบางช่วง เมื่อวิเคราะห์กระบวนการทั้งหมดเพื่อหาปัญหาเรียบร้อยแล้ว เก็บ

ข้อมูลในห้องปฏิบัติการคลังเลือดหรือห้องที่ 5 และหาแนวคิดการลดของเสียภายในหน่วยงานคลังเลือดเพื่อนำไปใช้ในการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล (monte carlo simulation) ด้วยวิธีการกำหนดเงื่อนไขของเหตุการณ์ตัวแปรสุ่มและการสร้างตัวแปรสุ่มของแต่ละส่วนประกอบเลือด คือ เกล็ดเลือดที่มีอายุการใช้งานหลังจากปั่นแยกส่วนประกอบเลือด 5 วัน ได้แก่ เกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม (platelet concentrate) เกล็ดเลือดที่ขจัดเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte depleted platelet concentrate) และเกล็ดเลือดจากการเจาะเก็บด้วยวิธีอาเฟอริซิซ (leukocyte depleted platelet apheresis) แยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ กรุ๊ปบี กรุ๊ปเอบีและกรุ๊ปบีโอ เม็ดเลือดแดงที่มีอายุการใช้งานหลังจากปั่นแยกส่วนประกอบเลือด 42 วัน ได้แก่ เม็ดเลือดแดงอัดแน่น (packed red cell) เม็ดเลือดแดงเข้มข้นที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte poor packed red cell) เม็ดเลือดแดงที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการกรอง (leukocyte depleted packed red cell) แยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ กรุ๊ปบี กรุ๊ปเอบีและกรุ๊ปบีโอ เพื่อกำหนดเงื่อนไขการสำรองเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงที่เหมาะสมสำหรับคลังเลือดโดยไม่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุ



รูปที่ 4.19 กระบวนการทำงานของห้องปฏิบัติการคลังเลือด

4.3 ข้อมูลจากระบบการจัดการฐานข้อมูลของโรงพยาบาล

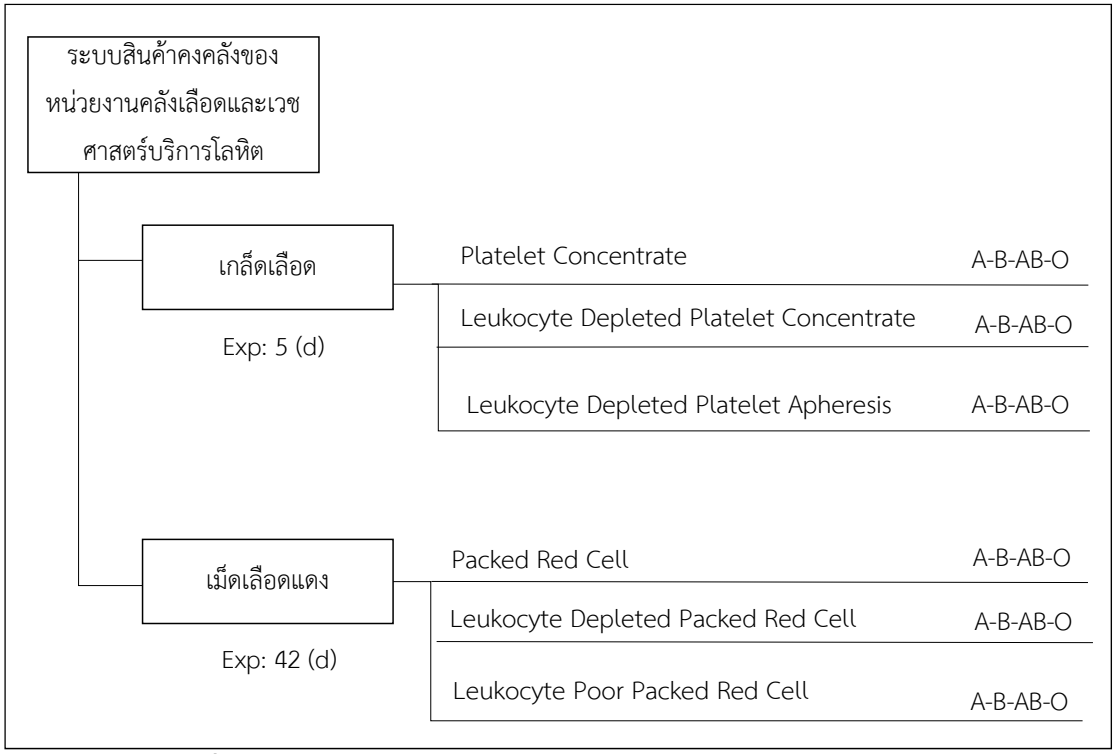
หลังจากวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุและเลือดไม่พอใช้ พบว่าปัญหาที่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุคือห้องปฏิบัติการคลังเลือดทำงานในห้องที่ 5 มีกระบวนการเก็บ

เลือดเข้าคลัง กระบวนการขอเลือด กระบวนการเตรียมเลือด กระบวนการจ่ายเลือดและกระบวนการรับคืนเลือด เก็บข้อมูลจากห้องปฏิบัติการคลังเลือดหรือห้องที่ 5 รวบรวมข้อมูลจากระบบการจัดการฐานข้อมูลของโรงพยาบาลใช้โปรแกรม Microsoft Access จัดการระบบฐานข้อมูล (database management system) ด้วยวิธีการดึงข้อมูลการเตรียมเลือดและการใช้เลือดตามเงื่อนไขที่ต้องการ ได้แก่ ส่วนประกอบเลือด 2 ชนิด คือ เกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง แยกส่วนประกอบย่อยของแต่ละชนิดคือ BB006 เกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม (platelet concentrate) BB072 เกล็ดเลือดที่ขจัดเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte depleted platelet concentrate) และ BB068 เกล็ดเลือดจากการเจาะเก็บด้วยวิธีอาเฟอริซิซ (leukocyte depleted platelet apheresis) แยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ กรุ๊ปบี กรุ๊ปเอบี กรุ๊ปบีโอ เม็ดเลือดแดง ได้แก่ BB002 เม็ดเลือดแดงอัดแน่น (packed red cell) BB003 เม็ดเลือดแดงเข้มข้นที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte poor packed red cell) BB071 เม็ดเลือดแดงที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการกรอง (leukocyte depleted packed red cell) และวันที่ในการเก็บข้อมูลการเตรียมเลือด การใช้เลือดและเลือดจากผู้บริจาค ค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูลด้วยคำสั่งคิวรี (query) คือ การค้นหาเพื่อให้เข้าถึงตารางข้อมูลที่เก็บอย่างรวดเร็วโดยใช้ออบเจ็กต์คิวรีในการจัดการข้อมูลด้วยการนำตารางมาสร้างเป็นคิวรี กำหนดเงื่อนไขสำหรับข้อมูลที่ต้องการและเลือกรูปแบบการแสดงผลของข้อมูลที่ได้ในการประมวลผลข้อมูลการเตรียมเลือดและการใช้เลือด เมื่อเก็บข้อมูลจากระบบการจัดการฐานข้อมูลของโรงพยาบาล ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีการเชื่อมโยงการจัดการระบบฐานข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561 เมื่อประมวลผลข้อมูลเรียบร้อยแล้วนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการคลังเลือดหรือห้องที่ 5 ได้แก่ เลือดจากผู้บริจาคหรือเลือดที่เข้ามาในแต่ละวัน การเตรียมเกล็ดเลือดและการเตรียมเม็ดเลือดแดง การใช้เกล็ดเลือดและการใช้เม็ดเลือดแดงแยกส่วนประกอบเลือดได้แก่ เกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม (platelet concentrate) เกล็ดเลือดที่ขจัดเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte depleted platelet concentrate) เกล็ดเลือดจากการเจาะเก็บด้วยวิธีอาเฟอริซิซ (leukocyte depleted platelet apheresis) แยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ กรุ๊ปบี กรุ๊ปเอบี กรุ๊ปบีโอ และเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (packed red cell) เม็ดเลือดแดงเข้มข้นที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte poor packed red cell) เม็ดเลือดแดงที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการกรอง (leukocyte depleted packed red cell) แยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ กรุ๊ปบี กรุ๊ปเอบี กรุ๊ปบีโอ ดังแสดงในตาราง ข.1 ถึง ตาราง ข.6

4.4 การลดของเสียภายในหน่วยคลังเลือด

หลักจากทราบสาเหตุที่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุในหน่วยคลังเลือดคือห้องปฏิบัติการคลังเลือดหรือห้องที่ 5 การเก็บเลือดและส่วนประกอบเลือดที่ผ่านกระบวนการปั่นแยกและตรวจเชื้อเรียบร้อย

แล้วทั้งหมดไปที่ห้องเดียวกันและไม่มีการบริหารคลังเลือดที่ดีทำให้เลือดหมดอายุ เก็บรวบรวมข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้เลือดเรียบร้อย หาแนวคิดการลดของเสียภายในหน่วยคลังเลือดเพื่อใช้ในการคำนวณและกำหนดเงื่อนไขการสำรองเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงที่เหมาะสมโดยไม่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุในระบบ คือ ใช้หลักการหมุนเวียนเข้าก่อนออกก่อน FIFO (first in first out) ในระบบของคลังเลือดแบบเต็มรูปแบบ ส่วนประกอบเลือดในคลังของหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย มี 2 ส่วนประกอบ ได้แก่ เกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง แยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอดังแสดงในรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 สินค้าคงคลังของหน่วยคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต

การกำหนดแบบฟอร์มแนวคิดการลดของเสียคือแนวตั้งเป็นเลือดที่เข้ามาในแต่ละวันและแนวนอนเป็นเลือดที่ใช้ในแต่ละวัน เกล็ดเลือดมีอายุการใช้งาน 5 วัน เมื่อเกล็ดเลือดเดินทางเข้าสู่วันที่ 6 เป็นเลือดเสียหมดอายุการใช้งานทันที และเม็ดเลือดแดงมีอายุการใช้งาน 42 วัน เมื่อเม็ดเลือดแดงเดินทางเข้าสู่วันที่ 43 เป็นเลือดเสียหมดอายุการใช้งานทันทีเช่นเดียวกับเกล็ดเลือดดังแสดงในตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2 แนวคิดการลดของเสียของเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงดำเนินกระบวนการเริ่มต้นตั้งแต่เลือดเข้ามา หมายถึงเลือดที่ผ่านกระบวนการตรวจเชื้อเรียบร้อยแล้ว แยกเก็บตามชนิดเลือดและส่วนประกอบเลือด ได้แก่ PC, LDPC, LDPLT, PRC, LPRC, LDPRC และแยกเก็บกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ (A), กรุ๊ปบี (B), กรุ๊ปเอบี (AB) และกรุ๊ปโอ (O) เมื่อมีการขอใช้เลือด

ทำการเตรียมเลือดและเก็บเข้าตู้เตรียมเลือดพร้อมจ่าย เลือดที่อยู่ในตู้พร้อมจ่ายอยู่ได้ไม่เกิน 2 วัน เนื่องจากเป็นกฎทางหน่วยงานคลังเลือดที่สามารถเก็บเลือดพร้อมจ่ายได้เพียง 2 วันเท่านั้น (ตู้จ่าย) เมื่อมีการจ่ายเลือด เลือดที่อยู่ในตู้พร้อมจ่ายสามารถนำไปจ่ายจริงได้เลย เลือดที่ผ่านการเตรียมพร้อมจ่าย ใช้การจัดการคลังเลือดแบบ FIFO เกล็ดเลือดมีอายุ 5 วัน ดังนั้นการจ่ายเกล็ดเลือดเริ่มจ่ายจากเลือดที่เข้าก่อนคือ วันที่ 1 เมื่อเกล็ดเลือดที่เข้ามาวันแรกใช้ไม่หมดเกล็ดเลือดถูกนำไปเก็บในวันที่สอง ดำเนินเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนถึงวันที่ 5 เพื่อไม่ให้เกิดเกล็ดเลือดหมดอายุ ดังแสดงในตารางที่ 4.3 เม็ดเลือดแดงที่มีอายุการใช้งาน 42 วัน การจ่ายเม็ดเลือดแดงเริ่มจ่ายจากเม็ดเลือดแดงที่เข้ามาวันที่ 1 และเมื่อเม็ดเลือดแดงที่เข้ามาวันแรกใช้ไม่หมดนำไปเก็บในวันที่สอง ดำเนินเช่นนี้เรื่อย ๆ จนถึงวันที่ 42 เพื่อไม่ให้เม็ดเลือดแดงหมดอายุ และในแต่ละวันมีการสรุปคงคลังเพื่อให้สามารถบอกเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงต่ำสุดและสูงสุดเพื่อให้ง่ายต่อการบริหารคลังเลือด คือ เมื่อเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงอยู่ในเกณฑ์ต่ำสุดต้องมีการหาเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงเพิ่มเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการใช้ และเมื่อเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงมีเกณฑ์มากที่สุดควรปล่อยเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงออกไปตามแนวคิดแบบ FIFO เริ่มจากเลือดที่เข้ามาก่อนปล่อยออกไปก่อนเพื่อไม่ให้เกิดเลือดหมดอายุภายในหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต

ตารางที่ 4.1 แบบฟอร์มแนวคิดการลดของเสียของเกล็ดเลือด

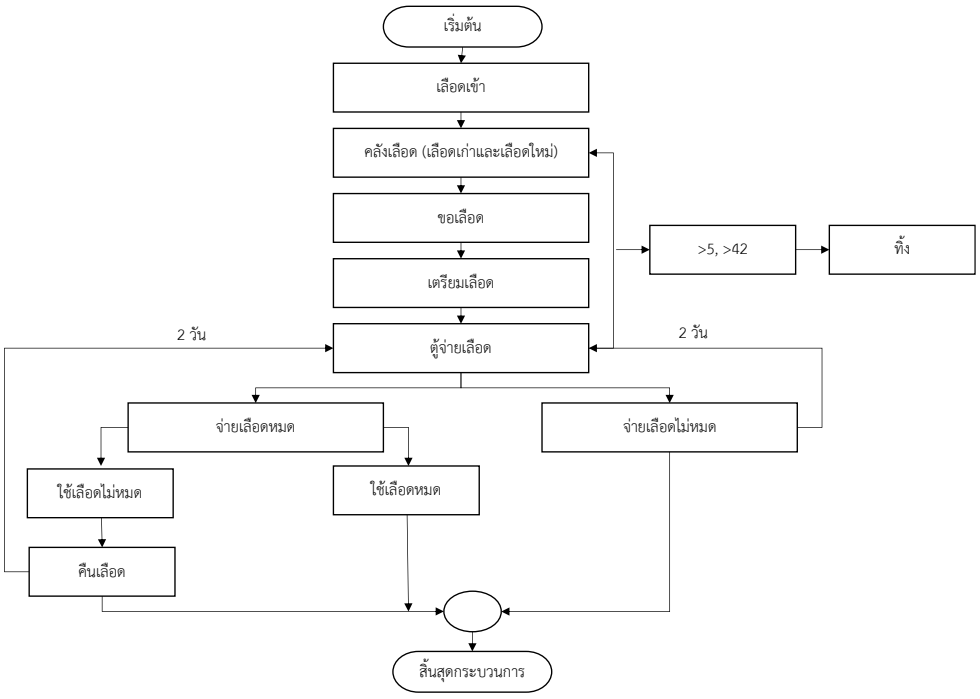
ระบบการจัดการเกล็ดเลือด (platelet)														
ส่วนประกอบ	กรุ๊ปเลือด	เลือดเข้า	การเตรียม	เตรียมจ่าย 2 วัน	การใช้จริง	คลังเลือด					คงหลือ	ต่ำสุด	สูงสุด	สถานะ
						1	2	3	4	5				
PC	A													
	B													
	AB													
	O													
LDPC	A													
	B													
	AB													
	O													
LDPLT	A													
	B													
	AB													
	O													

จากตารางที่ 4.1 แบบฟอร์มแนวคิดการลดของเสียของเกล็ดเลือดและตารางที่ 4.2 แบบฟอร์มแนวคิดการลดของเสียของเม็ดเลือดแดงเพื่อนำไปใช้ในการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล

และนำผลที่ได้เปรียบเทียบกับค่าจริงที่ใช้ในหน่วยงานคลังเลือด แสดงแนวคิดการลดของเสียภายในหน่วยคลังเลือดดำเนินการเช่นเดียวกับกระบวนการทำงานของห้องปฏิบัติการคือใช้ FIFO คือ ดังแสดงในรูปที่ 4.21

ตารางที่ 4.2 แบบฟอร์มแนวคิดการลดของเสียของเม็ดเลือดแดง

ระบบการจัดการเม็ดเลือดแดง (red blood cell)															
ส่วนประกอบ	กรุ๊ปเลือด	เลือดเข้า	การเตรียม	เตรียมจ่าย 2 วัน	การใช้จริง	คลังเลือด						คงหลือ	ต่ำสุด	สูงสุด	สถานะ
						1 ถึง 7	8 ถึง 24	15 ถึง 21	22 ถึง 28	28 ถึง 35	35 ถึง 42				
PRC	A														
	B														
	AB														
	O														
LPRC	A														
	B														
	AB														
	O														
LDPRC	A														
	B														
	AB														
	O														



รูปที่ 4.21 กระบวนการทำงานเพื่อลดของเสีย

จากตารางที่ 4.1 4.2 และรูปที่ 4.21 เพื่ออธิบายแนวคิดการลดของเสียภายในหน่วยคลังเลือดแบบ FIFO ดังแสดงในตารางที่ 4.3 แสดงตัวอย่างการลดของเสียภายในหน่วยคลังเลือดใช้ FIFO ของเกล็ดเลือดที่มีอายุการใช้งาน 5 วัน ข้อมูลการใช้เฉลี่ยตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2559 ถึง 2561 คือ เลือดเข้าจำนวน 63 ยูนิตต่อวัน เลือดสำรองเดิมของคลังเลือดจำนวน 47 ยูนิต และการใช้เลือด (จ่ายจริง) เท่ากับ 47 ยูนิตต่อวัน แนวตั้งคือเลือดที่เข้ามาในแต่ละวันยกเว้นวันเสาร์ไม่มีการรับบริจาคเลือดและแนวนอนคือเลือดที่ใช้ในแต่ละวัน วันที่ 1 เลือดเข้ามา 63 ยูนิต รวมเลือดสำรองเดิมของคลังเลือดจำนวน 47 ยูนิตเท่ากับ 110 ยูนิต มีการใช้เลือดเท่ากับ 47 ยูนิต เลือดคงเหลือในวันที่ 1 เท่ากับ 63 ยูนิต ใช้เลือดสำรองเดิมของคลังเลือดจ่ายก่อน เมื่อครบ 1 วัน เลือดที่เข้ามาวันที่ 1 มีอายุการใช้งาน 4 วัน และวันที่ 2 จะมีเลือดเข้ามาใหม่ 63 ยูนิต ดำเนินการเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ การปล่อยเลือดที่เข้าก่อนออกก่อนเพื่อลดความเสื่อมจากการจัดเก็บเป็นเวลานาน และเมื่อเลือดเดินทางเข้าสู่วันที่ 6 และยังไม่มีการนำเลือดไปใช้ เลือดจะหมดอายุไม่สามารถใช้งานได้ต้องทำลายทิ้งเพียงอย่างเดียว และแนวคิดการลดของเสียของเม็ดเลือดแดงเช่นเดียวกับเกล็ดเลือดโดยเปลี่ยนจากอายุ 5 วัน เป็น 42 วัน เมื่อเม็ดเลือดแดงเดินทางเข้าสู่วันที่ 43 จะเป็นเม็ดเลือดแดงหมดอายุใช้งานไม่ได้

ตารางที่ 4.3 แนวคิดการลดของเสียภายในหน่วยคลังเลือด

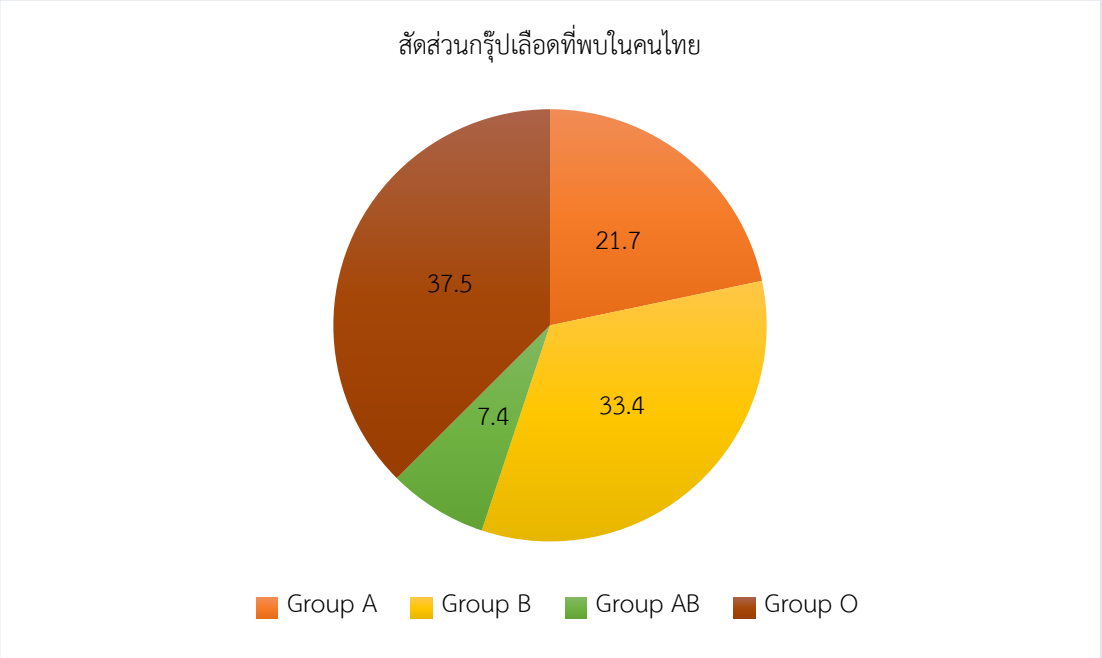
วัน	เลือดเข้า	คลังเลือด (เลือดที่ใช้ในแต่ละวัน)						คงเหลือ
		วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5	วันที่ 6	
		47	0	0	0	0	0	
อาทิตย์	63	110(47)						63
จันทร์	63	63	63(47)					79
อังคาร	63	63	63(31)	16(16)				95
พุธ	63	63	63(15)	32(32)				111
พฤหัสบดี	63	63	63	48(47)				127
ศุกร์	63	63	63	63(46)	1(1)			143
เสาร์	0	0	63	63(30)	17(17)			96
อาทิตย์	63	63	0	63(14)	33(33)			112
จันทร์	63	63	63	0	49(47)			128
อังคาร	63	63	63	63(45)	0	2(2)		144
พุธ	63	63	63	63(29)	18(18)	0		160
พฤหัสบดี	63	63	63	63(13)	34(34)		0	1176
ศุกร์	63	63	63	63	50(47)			192
เสาร์	0	0	63	63	63(44)	3(3)		145
อาทิตย์	63	63	0	63	63(28)	19(19)		161
จันทร์	63	63	63	0	63(12)	35(35)		177
อังคาร	63	63	63	63	0	51(47)		189
พุธ	63	63	63	63	63(47)	0	4 (หมดอายุ)	205
พฤหัสบดี	63	63	63	63	63(31)	16(16)		221
ศุกร์	63	63	63	63	63(15)	32(32)		237
เสาร์	0	0	63	63	63	48(48)		

4.5 ผลจากการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล (monte carlo simulation)

หลังจากเก็บข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้เลือดของแต่ละส่วนประกอบเลือดและแต่ละกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ จำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลเพื่อแก้ปัญหาการมีเลือดในคลังที่มากเกินเป็นบางช่วงหรือบางครั้งประสบปัญหาเลือดขาดแคลนเนื่องจากความต้องการ (demand) มีความไม่แน่นอนและมีการเปลี่ยนแปลงตามความต้องการใช้ วิธีการจำลองปัญหาจากการสุ่มตัวอย่างการเลียนแบบระบบงานจริง นำข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้เลือด แจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรที่เกิดขึ้นในระบบงานจริงภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดขึ้นเป็นฐานในการสุ่มตัวอย่างจากตัวเลขเชิงสุ่ม (random number) หรือตัวแปร R เพื่อกำหนดช่วงของเลขสุ่มเริ่มจากหาค่าความถี่ (f) ของข้อมูลเพื่อให้ได้เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ความน่าจะเป็นและความน่าจะเป็นสะสมเพื่อกำหนดเงื่อนไขเหตุการณ์ของตัวเลขสุ่มของแต่ละส่วนประกอบเลือด การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่มของแต่ละส่วนประกอบเลือดเริ่มจากนำข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้เลือดของเกล็ดเลือด PC กรุ๊ป O และเม็ดเลือดแดง PRC กรุ๊ป O หาค่าความถี่จากข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงภายในหน่วยคลังเลือด และหาค่าความน่าจะเป็น ค่าความน่าจะเป็นสะสมและกำหนดช่วงของเลขสุ่มที่ได้จะนำไปใช้ในการสุ่มเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นภายใต้ฟังก์ชัน =RAND () การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่มเกล็ดเลือดชนิด PC กรุ๊ป O ดังแสดงในตารางผนวก ค.4 และการสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่มเม็ดเลือดแดง PRC กรุ๊ป O ตารางผนวก ค.16 เมื่อสร้างเงื่อนไขของตัวเลขสุ่มเรียบร้อย จากนั้นสร้างชุดของตัวเลขสุ่มเพื่อใช้ในการกำหนดเลือดเข้า การเตรียมเลือด การใช้เลือด เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ โดยวิธีการสร้างเลขสุ่มจากโปรแกรม Microsoft Excel ด้วยคำสั่ง =Rand () ผู้วิจัยได้สร้างตารางแนวคิดการลดของเสียของเกล็ดเลือดจากตารางที่ 4.1 และแนวคิดการลดของเสียของเม็ดเลือดแดงจากตารางที่ 4.2 นำข้อมูลที่ได้จากการสุ่มด้วยด้วยคำสั่ง =Rand () ที่ตรงกับเงื่อนไขของเหตุการณ์พิจารณาตลอดระยะเวลา 31 วัน มีของเสียเกิดขึ้นในระบบหรือไม่ จำลองสถานการณ์เกล็ดเลือดที่มีสัดส่วนการใช้มากที่สุด คือ เกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม (platelet concentrate) มีการใช้มากร้อยละ 71 ดังแสดงในรูปที่ 1.5 และเม็ดเลือดแดงที่มีสัดส่วนการใช้มากที่สุดคือ เม็ดเลือดแดงอัดแน่น (packed red cell) มีการใช้มากร้อยละ 62 ดังแสดงในรูปที่ 1.8 และนำทั้งสองส่วนประกอบมาจำลองสถานการณ์เฉพาะกรุ๊ปเลือดโอเนื่องจากเป็นกรุ๊ปเลือดที่พบมากที่สุดในคนไทยคือร้อยละ 37.5 ดังแสดงในรูปที่ 4.22 เพื่อพิสูจน์แนวคิดการลดของเสียแบบหลักการหมุนเวียนเข้าก่อนออกก่อน FIFO การสร้างตารางการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลจากโปรแกรม Microsoft Excel มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ระบุว่าในตารางจำลองสถานการณ์เป็นของส่วนประกอบชนิดใด จำลองสถานการณ์เกล็ดเลือดก่อนเนื่องจากมีอายุการใช้งานที่สั้นกว่าและตามด้วยเม็ดเลือดแดงที่มีอายุการใช้งานที่มากกว่า

2. สร้างตารางการจำลองสถานการณ์จากแนวคิดการลดของเสียของเกล็ดเลือดจากตารางที่ 4.1 และแนวคิดการลดของเสียของเม็ดเลือดแดงจากตารางที่ 4.2
3. สร้างตารางฐานข้อมูลของข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้เลือดที่เกิดจากเงื่อนไขตัวเลขสุ่มที่ได้สร้างจากข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้ในอดีต ในการให้ช่องดังกล่าวแสดงค่าที่ได้จากเงื่อนไขของช่วงตัวเลขสุ่ม ด้วยวิธีการใช้ชุดคำสั่ง VLOOKUP (lookup_value, table_array, col_ index_num, range_lookup) การสร้างตารางเงื่อนไขไว้เพื่อให้สามารถดึงค่า เลือดเข้า การเตรียมเลือด การใช้เลือดที่เกิดจากการสุ่มเป็นตัวแทนของเหตุการณ์นั้น ๆ
4. นำค่าตัวแทนของเหตุการณ์ที่ได้จากการสุ่มที่ตรงตามเงื่อนไขใช้ในการประมวลผลข้อมูลในตารางแนวคิดจากข้อที่ 2 เพื่อดูว่ามีของเสียเกิดขึ้นในระบบหรือไม่



รูปที่ 4.22 สัดส่วนกรุ๊ปเลือดที่พบในคนไทย

การสร้างตารางการจำลองสถานการณ์ของเกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม (platelet concentrate) เริ่มต้นด้วยการสร้างฐานข้อมูล (data base) ของ PC-O ได้แก่ เลือดเข้า การเตรียมเลือด การใช้เลือดและช่วงของตัวเลขสุ่มหรือเงื่อนไขตัวแปรสุ่มของแต่ละตัว คิดวันที่ไม่รับบริจาคเลือด คือ เลือดเข้าเท่ากับ 0 ยูนิต ในขณะที่มีการเตรียมเลือดและการใช้เลือดทุกวัน ดังแสดงในตารางที่ 4.4 เพื่อใช้ชุดคำสั่ง VLOOKUP (lookup_value, table_array, col_ index_num, range_lookup) ไปยังเหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้น

ตารางที่ 4.4 ฐานข้อมูลของตัวแทนเหตุการณ์และเงื่อนไขช่วงของตัวเลขสุ่ม PC-O

ฐานข้อมูล					
ช่วงของตัวเลขสุ่ม (เลือดเข้า)	**เลือดเข้า PC-O**	**ช่วงของตัวเลขสุ่ม (การเตรียม)**	**การเตรียม PC-O**	**ช่วงของตัวเลขสุ่ม (การใช้)**	**การใช้ PC-O**
R≤0.194	0	R≤0.032	0	R≤0.065	0
0.194<R≤0.259	10	0.032<R≤0.387	6	0.065<R≤0.484	6
0.259<R≤0.291	13	0.387<R≤0.419	8	0.484<R≤0.678	12
0.291<R≤0.323	14	0.419<R≤0.451	10	0.678<R≤0.710	16
0.323<R≤0.388	15	0.451<R≤0.645	12	0.710<R≤0.742	17
0.388<R≤0.420	16	0.645<R≤0.677	16	0.742<R≤0.807	18
0.420<R≤0.452	17	0.677<R≤0.709	17	0.807<R≤0.839	20
0.452<R≤0.484	18	0.709<R≤0.774	18	0.839<R≤0.871	24
0.484<R≤0.549	20	0.774<R≤0.806	20	0.871<R≤0.904	29
0.549<R≤0.581	21	0.806<R≤0.871	24	0.904<R≤0.936	30
0.581<R≤0.613	22	0.871<R≤0.903	29	0.936<R≤0.968	36
0.613<R≤0.678	24	0.903<R≤0.935	30	0.968<R	54
0.678<R≤0.775	25	0.935<R≤0.967	36		
0.775<R≤0.807	27	0.967<R	54		
0.807<R≤0.839	31				
0.839<R≤0.871	32				
0.871<R≤0.904	36				
0.904<R≤0.936	39				
0.936<R≤0.968	50				
0.968<R	52				

เนื่องจากหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตไม่รับบริจาคเลือดเฉพาะวันเสาร์ การสร้างฐานข้อมูล (data base) ของ PC-O ได้แก่ เลือดเข้า การเตรียมเลือด การใช้เลือดและช่วงของตัวเลขสุ่มหรือเงื่อนไขตัวแปรสุ่มของแต่ละตัวในแนวคิดการลดของเสียภายในหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต จำลองสถานการณ์ให้ทุก ๆ วันเสาร์มีเลือดที่เข้ามาเท่ากับ 0 ดังนั้นการสร้างเงื่อนไขเลือดเข้าจะไม่พิจารณาเหตุการณ์ที่เป็น 0 สามารถเขียนตัวแทนเหตุการณ์และเงื่อนไขช่วงของตัวเลขสุ่ม PC-O ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 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				

ข้อมูลที่ได้จากการสุ่มด้วยด้วยคำสั่ง =Rand () ของเลือดเข้าจะไม่พิจารณาเงื่อนไขหรือช่วงของตัวเลขสุ่มที่เป็น 0 เนื่องจากหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตไม่รับบริจาคเลือดเฉพาะวันเสาร์ดังนั้น การสุ่มด้วยคำสั่ง =Rand () จะกำหนดค่าเฉพาะวันเสาร์หมายความว่าเมื่อทุก ๆ วันเสาร์สุ่มได้ค่าอะไรก็แล้วแต่ให้แสดงเหตุการณ์เท่ากับ 0 เท่านั้นโดยใช้คำสั่ง =IF(B2=6,0,LOOKUP (lookup_value, table_array, col_ index_num, range_lookup) เพื่อไม่ให้เกิดสถานการณ์เลือดไม่เข้าติดต่อกัน ทำการสุ่มการเตรียมและการใช้ใช้ชุดคำสั่ง VLOOKUP (lookup_value, table_array, col_ index_num, range_lookup) เพื่อแสดงเหตุการณ์นั้น ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 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	0.590	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	0.430	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	0.640	0.600<R≤0.720	25	0.211	0.032<R≤0.387	6	0.270	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	0.370	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	0.290	0.065<R≤0.484	6
22	0.876	0.840<R≤0.880	36	0.140	0.032<R≤0.387	6	0.060	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	0.640	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	0.780	0.742<R≤0.807	18

การสร้างตารางการจำลองสถานการณ์ของเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (packed red cell) เริ่มต้นด้วยการสร้างฐานข้อมูล (data base) ของ PRC-O ได้แก่ เลือดเข้า การเตรียมเลือด การใช้เลือดและ

ช่วงของตัวเลขสุ่มหรือเงื่อนไขตัวแปรสุ่มของแต่ละตัว คิดวันที่ไม่รับบริจาคเลือด คือ เลือดเข้าเท่ากับ 0 ยูนิตในขณะที่มีการเตรียมเลือดและการใช้เลือดทุกวัน ดังแสดงในตารางที่ 4.7 เพื่อใช้ชุดคำสั่ง VLOOKUP (lookup_value, table_array, col_ index_num, range_lookup) ไปยังเหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้น

ตารางที่ 4.7 ฐานข้อมูลของตัวแทนเหตุการณ์และเงื่อนไขช่วงของตัวเลขสุ่ม PRC-O

ฐานข้อมูล					
ช่วงของตัวเลขสุ่ม (เลือดเข้า)	**เลือดเข้า PRC-O**	**ช่วงของตัวเลขสุ่ม (การเตรียม)**	**การเตรียม PRC-O**	**ช่วงของตัวเลขสุ่ม (การใช้)**	**การใช้ PRC-O**
R≤0.194	0	R≤0.032	13	R≤0.032	3
0.194<R≤0.226	9	0.032<R≤0.064	15	0.032<R≤0.064	4
0.226<R≤0.323	10	0.064<R≤0.097	16	0.064<R≤0.097	5
0.323<R≤0.355	11	0.097<R≤0.129	17	0.097<R≤0.129	6
0.355<R≤0.420	12	0.129<R≤0.193	22	0.129<R≤0.193	7
0.420<R≤0.452	13	0.193<R≤0.226	23	0.193<R≤0.226	8
0.452<R≤0.484	14	0.226<R≤0.290	24	0.226<R≤0.322	9
0.484<R≤0.517	18	0.290<R≤0.322	25	0.322<R≤0.355	10
0.517<R≤0.549	19	0.322<R≤0.355	26	0.355<R≤0.419	11
0.549<R≤0.581	20	0.355<R≤0.387	28	0.419<R≤0.548	12
0.581<R≤0.613	23	0.387<R≤0.548	29	0.548<R≤0.580	13
0.613<R≤0.646	24	0.548<R≤0.645	31	0.580<R≤0.645	14
0.646<R≤0.710	26	0.645<R≤0.709	32	0.645<R≤0.677	15
0.710<R≤0.742	28	0.709<R≤0.742	33	0.677<R≤0.709	16
0.742<R≤0.775	29	0.742<R≤0.774	39	0.709<R≤0.742	18
0.775<R≤0.871	30	0.774<R≤0.806	44	0.742<R≤0.806	19
0.871<R≤0.904	37	0.806<R≤0.838	49	0.806<R≤0.871	20
0.904<R≤0.936	48	0.838<R≤0.871	50	0.871<R≤0.903	21
0.936<R≤0.968	55	0.871<R≤0.935	51	0.903<R≤0.935	24
0.968<R	58	0.835<R≤0.967	59	0.935<R≤0.967	26
		0.967<R	64	0.967<R	29

เนื่องจากหน่วยงานคลังเลือดไม่รับบริจาคเลือดเฉพาะวันเสาร์ การสร้างฐานข้อมูล (data base) ของ PRC-O ได้แก่ เลือดเข้า การเตรียมเลือด การใช้เลือดและช่วงของตัวเลขสุ่มของแต่ละตัว แนวคิดการลดของเสีย จำลองสถานการณ์ให้ทุก ๆ วันเสาร์มีเลือดที่เข้ามาเท่ากับ 0 ดังนั้นการสร้าง

เงื่อนไขเลือดเข้าจะไม่พิจารณาเหตุการณ์ที่เป็น 0 เขียนตัวแทนเหตุการณ์และเงื่อนไขช่วงของตัวเลขสุ่ม PRC-O ดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ฐานข้อมูลของตัวแทนเหตุการณ์และเงื่อนไขช่วงของตัวเลขสุ่ม PRC-O เลือดเข้าไม่พิจารณาเหตุการณ์ที่เป็น 0

ฐานข้อมูล					
ช่วงของตัวเลขสุ่ม (เลือดเข้า)	**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

ข้อมูลที่ได้จากการสุ่มด้วยด้วยคำสั่ง =Rand () ของเลือดเข้าไม่พิจารณาเงื่อนไขหรือช่วงของตัวเลขสุ่มที่เป็น 0 เนื่องจากหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตไม่รับบริจาคเลือดเฉพาะวันเสาร์ ดังนั้นการสุ่มด้วยคำสั่ง =Rand () จะกำหนดค่าเฉพาะวันเสาร์หมายความว่าเมื่อทุก ๆ วันเสาร์สุ่มได้ค่าอะไรก็แล้วแต่ให้แสดงเหตุการณ์เท่ากับ 0 เท่านั้นโดยใช้คำสั่ง =IF(B2=6,0,LOOKUP (lookup_value, table_array, col_ index_num, range_lookup) เพื่อไม่ให้เกิดสถานการณ์เลือด

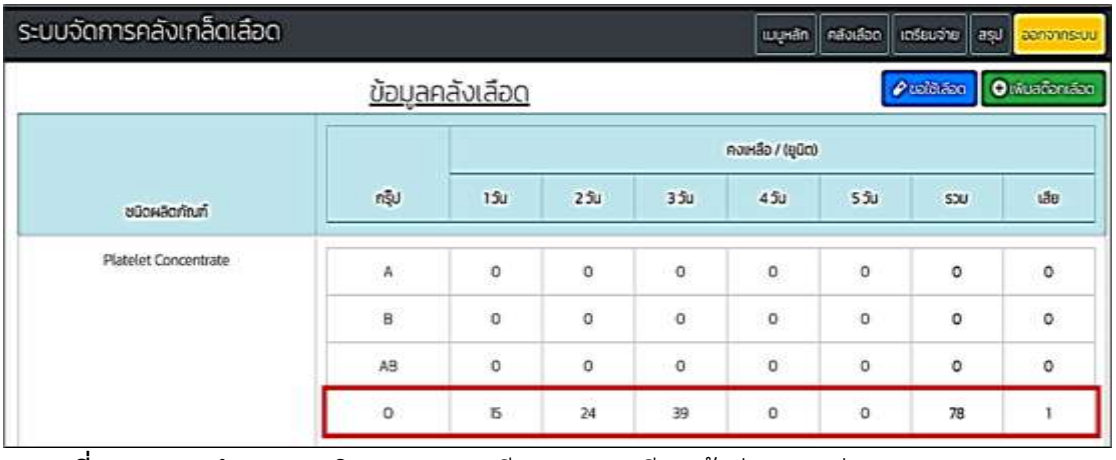
ไม่เข้าติดต่อกัน ทำการสุ่มการเตรียมเลือดและการใช้เลือดโดยใช้ชุดคำสั่ง VLOOKUP (lookup_value, table_array, col_ index_num, range_lookup) เพื่อแสดงเหตุการณ์นั้น ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.9

4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้เลือดจากการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลเพื่อเปรียบเทียบผล

จากการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล การสร้างเลขสุ่มจากโปรแกรม Microsoft Excel ด้วยคำสั่ง =Rand () และใช้ชุดคำสั่ง VLOOKUP (lookup_value, table_array, col_ index_num, range_lookup) สร้างตารางเงื่อนไขไว้เพื่อให้สามารถดึงค่า เลือดเข้า การเตรียมเลือด การใช้เลือด ที่เกิดจาการสุ่มเป็นตัวแทนของเหตุการณ์นั้น ๆ และนำผลที่ได้จากชุดคำสั่ง VLOOKUP ใช้ในการประมวลผลข้อมูลตามหลักการหมุนเวียนเข้าก่อนออกก่อน FIFO เพื่อดูว่ามีของเสียเกิดขึ้นในระบบหรือไม่ เห็นได้ว่าถ้าหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตใช้หลักการเข้าก่อนออกก่อนจะทำให้ไม่เกิดของเสียในระบบนอกเสียจากว่าในระบบการทำงานจริงจะหยิบเลือดไปเตรียมแบบไม่ดูวันเลือดเข้าก่อนออกก่อน นำผลลัพธ์ VLOOKUP ตัวแทนของเหตุการณ์เลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้เลือดมาใช้ในการประมวลผลข้อมูลตามแนวคิด FIFO การจำลองสถานการณ์ของเกล็ดเลือดชนิด PC กรุ๊ปโอที่มีอายุการใช้งาน 5 วัน พบเกล็ดเลือดชนิด PC กรุ๊ปโอหมดอายุในระบบ 1 ยูนิต ดังแสดงในรูปที่ 4.23 นำข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเกล็ดเลือดชนิด PC กรุ๊ปเลือดระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ กรุ๊ปบี กรุ๊ปเอบีและกรุ๊ปโอ ตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 มกราคม ปี พ.ศ. 2564 ประมวลผลในโปรแกรมตามแนวคิดการลดของเสียแบบ FIFO เพื่อดูของเสียที่เกิดขึ้นระบบ จากการประมวลผลข้อมูล 31 วัน พบเกล็ดเลือดชนิด PC กรุ๊ปเลือดระบบเอบีโอหมดอายุในระบบ 10 ยูนิต แยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ 1 ยูนิต กรุ๊ปบี 1 ยูนิต กรุ๊ปเอบี 3 ยูนิตและกรุ๊ปโอ 10 ยูนิต ดังแสดงในรูปที่ 4.24 พฤติกรรมเลือดเข้า การเตรียมเลือด การใช้เกล็ดเลือดก่อนปรับปรุงใช้ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 มกราคม ปี พ.ศ. 2564 ของหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตพบเกล็ดเลือดชนิด PC กรุ๊ปเลือดระบบเอบีโอหมดอายุ 148 ยูนิตต่อเดือน แยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ 18 ยูนิตต่อเดือน กรุ๊ปบี 5 ยูนิตต่อเดือน กรุ๊ปเอบี 15 ยูนิตต่อเดือนและกรุ๊ปโอ 110 ยูนิตต่อเดือน หลังการปรับปรุงพบเกล็ดเลือดชนิด PC กรุ๊ปเลือดระบบเอบีโอหมดอายุ 15 ยูนิตต่อเดือน แยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ 1 ยูนิตต่อเดือน กรุ๊ปบี 1 ยูนิตต่อเดือน กรุ๊ปเอบี 3 ยูนิตต่อเดือนและกรุ๊ปโอ 10 ยูนิตต่อเดือน ดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.9 เหตุการณ์ที่ได้จากการสุ่มของ PRC-O

วันที่	เลือดเข้า PRC-O			การเตรียม PRC-O			การใช้ PRC-O		
	=RAND	ช่วงเงื่อนไข	ผลลัพธ์	=RAND	ช่วงเงื่อนไข	ผลลัพธ์	=RAND	ช่วงเงื่อนไข	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	0.870	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	0.190	0.160<R≤0.200	11	0.000	<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	0.400	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	0.880	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	0.220	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	0.470	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	0.980	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	0.460	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



รูปที่ 4.23 การจำลองแนวคิดการลดของเสียแบบหมุนเวียนเข้าก่อนออกก่อน FIFO ของ PC-O

รูปที่ 4.24 การจำลองแนวคิดการลดของเสียแบบหมุนเวียนเข้าก่อนออกก่อน FIFO ของ PC กรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ

ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบการประมวลผลเกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม กรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 มกราคม ปี พ.ศ. 2564

เกล็ดเลือด	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
	เกล็ดเลือดหมดอายุ (ยูนิต/เดือน)	มูลค่าความเสียหาย (บาท/เดือน)	เกล็ดเลือดหมดอายุ (ยูนิต/เดือน)	มูลค่าความเสียหาย (บาท/เดือน)
PC-A	18	8,280	1	460
PC-B	5	2,300	1	460
PC-AB	15	6,900	3	1,380
PC-O	110	50,600	10	4,600
จำนวนรวม	148	68,080	15	69,000

สามารถลดเกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม (platelet concentrate) กรุ๊ปเลือดระบบเอบีโอหมดอายุ 1,566 ยูนิตต่อปี แยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ 200 ยูนิต กรุ๊ปบี 47 ยูนิต กรุ๊ปเอบี 142 ยูนิตและกรุ๊ปโอ 1,177 ยูนิต ดังแสดงในตารางที่ 4.11 แสดงวิธีการคำนวณเกล็ดลือด PC-A ดังนี้

<u>ก่อนปรับปรุง</u> (เกล็ดเลือด 1 ยูนิต เท่ากับ 460 บาท)

ก่อนปรับปรุงเกล็ดเลือด PC-A หมดอายุเท่ากับ 18 ยูนิต/เดือน
เปรียบเทียบเกล็ดเลือด PC-A ทั้งปี 31 วัน = 18 ยูนิต/เดือน

$$365 \text{ วัน} = \frac{18 \times 365}{31} = 212 \text{ ยูนิต/ปี}$$

มูลค่าความเสียหายของเกล็ดเลือด PC-A 212x460 = 97,520 บาท/ปี

<u>หลังปรับปรุง</u> (เกล็ดเลือด 1 ยูนิต เท่ากับ 460 บาท)

หลังปรับปรุงเกล็ดเลือด PC-A หมดอายุเท่ากับ 1 ยูนิต/เดือน
เปรียบเทียบเกล็ดเลือด PC-A ทั้งปี 31 วัน = 1 ยูนิต/เดือน

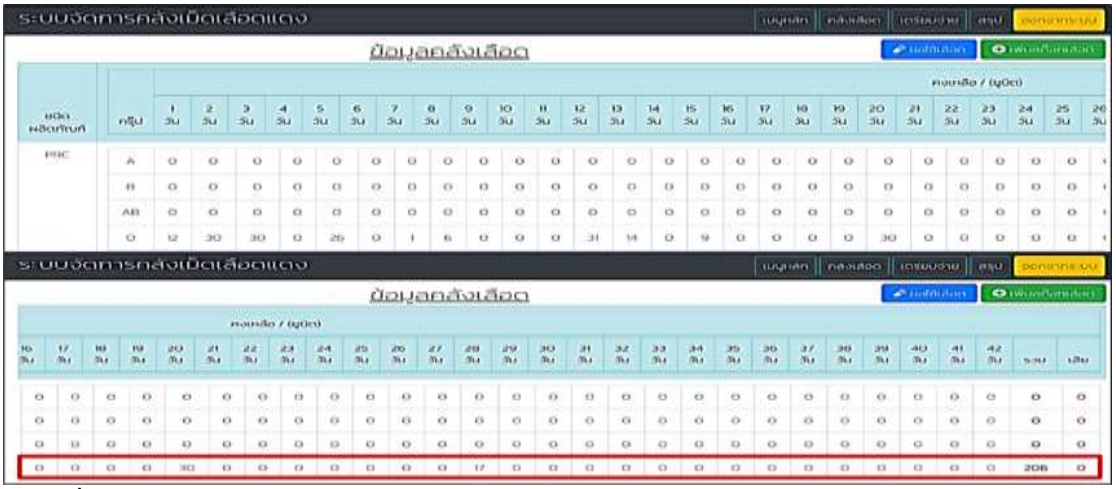
$$365 \text{ วัน} = \frac{1 \times 365}{31} = 12 \text{ ยูนิต/ปี}$$

มูลค่าความเสียหายของเกล็ดเลือด PC-A 12x460 = 5,520 บาท/ปี
สามารถลดเกล็ดเลือด PC-A 212-12 = 200 ยูนิต/ปี
คิดเป็นจำนวนเงิน (cost saving) 97,520-5,520= 92,000 บาท/ปี

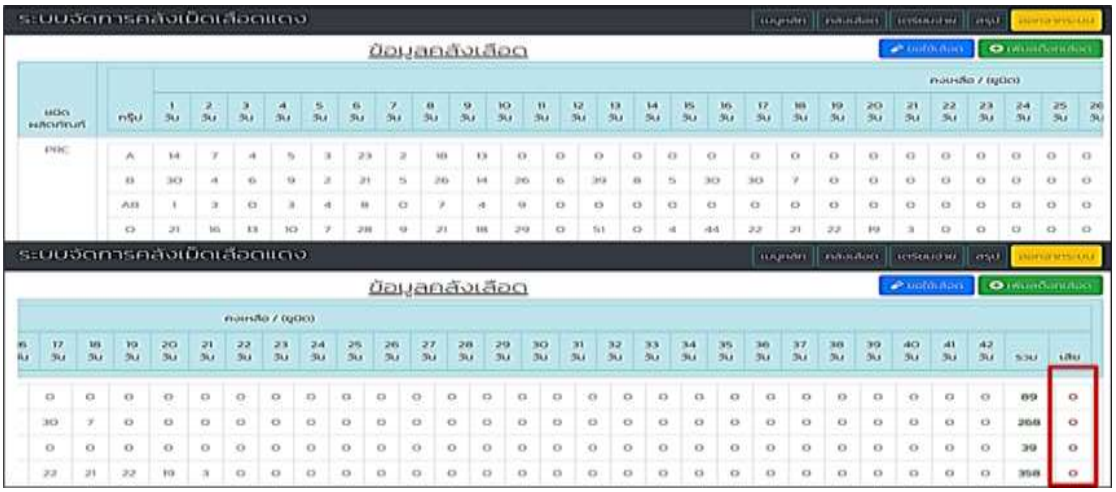
ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบการลดเกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม กรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอหมดอายุตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 มกราคม ปี พ.ศ. 2564

เกล็ดเลือด	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง		สามารถลดของเสีย	
	เกล็ดเลือดหมดอายุ (ยูนิต/ปี)	มูลค่าความเสียหาย (บาท/ปี)	เกล็ดเลือดหมดอายุ (ยูนิต/ปี)	มูลค่าความเสียหาย (บาท/ปี)	เกล็ดเลือดหมดอายุ (ยูนิต/ปี)	มูลค่าความเสียหาย (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
จำนวนรวม	1,743	801,780	177	81,420	1,566	720,360

นำผลลัพธ์ VLOOKUP ตัวแทนของเหตุการณ์เลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้เลือดมาใช้ในการประมวลผลข้อมูลตามแนวคิด FIFO โดยการจำลองสถานการณ์ของเม็ดเลือดแดงชนิด PRC กรุ๊ปโอที่มีอายุการใช้งาน 42 วัน พบว่าไม่มีของเสียในระบบดังแสดงในรูปที่ 4.25 นำข้อมูลเลือดเข้าการเตรียมเม็ดเลือดแดงชนิด PRC กรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 มกราคม ปี พ.ศ. 2564 ประมวลผลในโปรแกรม 31 วัน ไม่มีของเสียในระบบดังแสดงในรูปที่ 4.26



รูปที่ 4.25 การจำลองแนวคิดการลดของเสียแบบหมุนเวียนเข้าก่อนออกก่อน FIFO ของ PRC-O



รูปที่ 4.26 การจำลองแนวคิดการลดของเสียแบบหมุนเวียนเข้าก่อนออกก่อน FIFO ของ PRC กรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ

พฤติกรรมเลือดเข้า การเตรียมเลือด การใช้เม็ดเลือดแดงก่อนปรับปรุงใช้ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 มกราคม ปี พ.ศ. 2564 ของหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตพบเม็ดเลือดแดงชนิด PRC กรุ๊ปเลือดระบบเอบีโอหมดอายุ 26 ยูนิตต่อเดือน แยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ได้แก่

กรุ๊ปเอ 3 ยูนิต กรุ๊ปบี 16 ยูนิต กรุ๊ปโอ 7 ยูนิต และหลังการปรับปรุงพบเม็ดเลือดแดงชนิด PRC กรุ๊ปเลือดระบบเอบีโอไม่พบเม็ดเลือดแดงหมดอายุดังแสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบการประมวลผลเม็ดเลือดแดงอัดแน่น กรุ๊ปเลือดระบบเอบีโอตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 มกราคม พ.ศ. 2564

เม็ดเลือดแดง	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
	เม็ดเลือดแดงหมดอายุ (ยูนิต/เดือน)	มูลค่าความเสียหาย (บาท/เดือน)	เม็ดเลือดแดงหมดอายุ (ยูนิต/เดือน)	มูลค่าความเสียหาย (บาท/เดือน)
PRC-A	3	2,820	ไม่พบเลือดเสีย	-
PRC-B	16	15,040	ไม่พบเลือดเสีย	-
PRC-AB	ไม่พบเลือดเสีย	-	ไม่พบเลือดเสีย	-
PRC-O	7	6,580	ไม่พบเลือดเสีย	-
จำนวนรวม	26	24,440	0	0

สามารถลดเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (packed red cell) กรุ๊ปเลือดระบบเอบีโอหมดอายุ 305 ยูนิตต่อปี แยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ 35 ยูนิต กรุ๊ปบี 118 ยูนิต กรุ๊ปโอ 82 ยูนิต ดังแสดงในตารางที่ 4.13 แสดงวิธีการคำนวณเม็ดเลือดแดง PRC-A ดังนี้

<u>ก่อนปรับปรุง</u> (เม็ดเลือดแดง 1 ยูนิต เท่ากับ 940 บาท)

ก่อนปรับปรุงเม็ดเลือดแดง PRC-A หมดอายุเท่ากับ 3 ยูนิต/เดือน

เปรียบเทียบเม็ดเลือดแดง PRC-A ทั้งปี 31 วัน = 3 ยูนิต/เดือน

$$365 \text{ วัน} = \frac{3 \times 365}{31} = 35 \text{ ยูนิต/ปี}$$

มูลค่าความเสียหายของเม็ดเลือดแดง PRC-A 35x940 = 32,900บาท/ปี

<u>หลังปรับปรุง</u>

หลังปรับปรุงเม็ดเลือดแดง PRC-A หมดอายุเท่ากับ 0 ยูนิต/เดือน

เปรียบเทียบเม็ดเลือดแดง PRC-A ทั้งปี 31 วัน = 1 ยูนิต/เดือน

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

มูลค่าความเสียหายของเม็ดเลือดแดง PRC-A 0x940 = 0 บาท/ปี

สามารถลดเม็ดเลือดแดง RPC-A 35-0 = 35 ยูนิต/ปี

คิดเป็นจำนวนเงิน (cost saving) 32,900-0 = 32,900 บาท/ปี

ตารางที่ 4.13 เปรียบเทียบการลดเม็ดเลือดแดงอัดแน่นกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอหมดอายุตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 มกราคม ปี พ.ศ. 2564

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

สามารถลดเม็ดเลือดแดงหมดอายุจากปี 2563 ได้ 12,222 ยูนิตต่อปี คิดเป็นจำนวนเงิน 562,120 บาทต่อปี หรือร้อยละ 87 และลดเม็ดเลือดแดงหมดอายุได้ 727 ยูนิตต่อปี คิดเป็นจำนวนเงิน 683,380 บาทต่อปี หรือร้อยละ 100 เนื่องจากในปี พ.ศ. 2563 หน่วยงานคลังเลือดยังไม่มีการบริหารคลังเลือดแบบ FIFO เกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงที่นำไปจ่ายให้กับผู้ป่วยจึงไม่ได้มีการเช็คข้อมูลวันที่เข้าของเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงทำให้ปริมาณเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงในปี 2563 มีความแตกต่างกันในปี 2564 ดังแสดงในตารางที่ 4.14 และรูปที่ 4.27 สามารถแสดงวิธีการคำนวณเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงดังนี้

<u>เกล็ดเลือดหลังการปรับปรุง</u> (เกล็ดเลือด 1 ยูนิต เท่ากับ 460 บาท)

หลังการปรับปรุงเกล็ดเลือดหมดอายุเท่ากับ 15 ยูนิต/เดือน

เปรียบเทียบเกล็ดเลือดทั้งปี 31 วัน = 15 ยูนิต/เดือน

365 วัน = $\frac{15x365}{31}$ = 177 ยูนิต/ปี

มูลค่าความเสียหายของเกล็ดเลือด 177x460 = 81,420 บาท/ปี

สามารถลดเกล็ดเลือดเสียจากปี 2563 1,399-177 = 1,222 ยูนิต/ปี

คิดเป็นจำนวนเงิน (cost saving) 643,540-81,420 = 562,120 บาท/ปี

<u>เม็ดเลือดแดงหลังการปรับปรุง</u> (เม็ดเลือดแดง 1 ยูนิต เท่ากับ 940 บาท)

หลังการปรับปรุงเม็ดเลือดแดงหมดอายุเท่ากับ 0 ยูนิต/เดือน

เปรียบเทียบเม็ดเลือดแดงทั้งปี 31 วัน = 0 ยูนิต/เดือน

365 วัน = $\frac{0x365}{31}$ = 0 ยูนิต/ปี

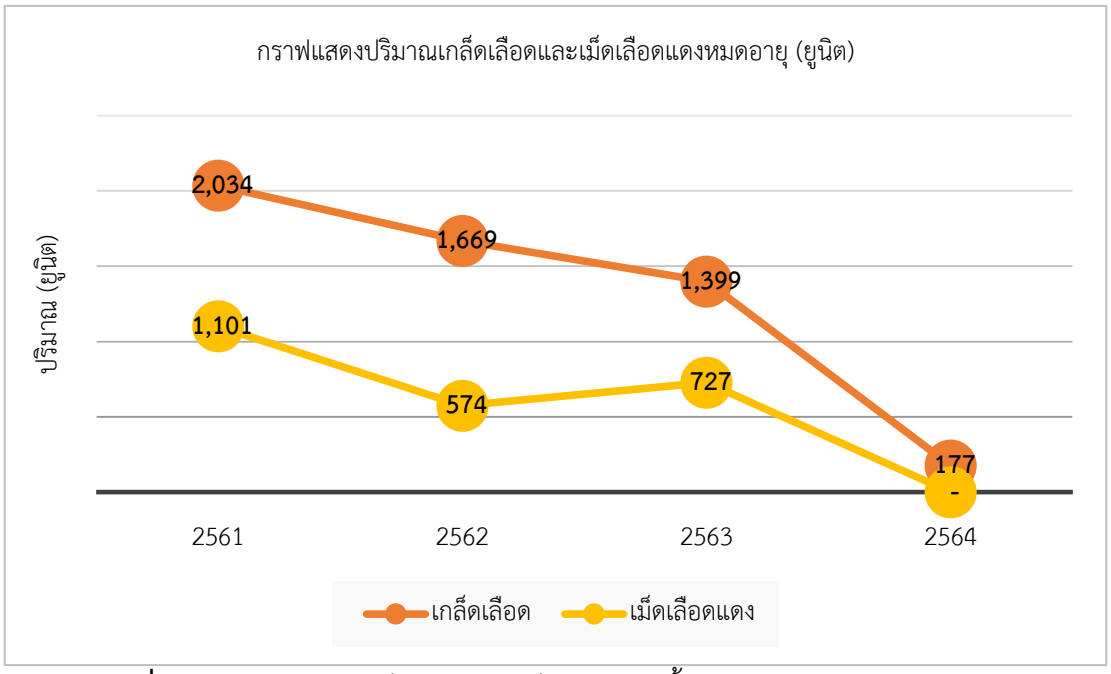
มูลค่าความเสียหายของเม็ดเลือดแดง 0x940 = 0 บาท/ปี

สามารถลดเม็ดเลือดแดงเสียจากปี 2563 727-0 = 727 ยูนิต/ปี

คิดเป็นจำนวนเงิน (cost saving) 683,380-0 = 683,380 บาท/ปี

ตารางที่ 4.14 เปรียบเทียบเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 ถึง 2564

ส่วนประกอบเลือด	2561		2562		2563		2564		สามารถลดของเสีย	
	ยูนิต/ปี	บาท/ปี	ยูนิต/ปี	บาท/ปี	ยูนิต/ปี	บาท/ปี	ยูนิต/ปี	บาท/ปี	ยูนิต/ปี	บาท/ปี
เกล็ดเลือด	2,034	935,640	1,669	767,740	1,399	643,540	177	81,420	1,222	562,120
เม็ดเลือดแดง	1,101	1,034,940	574	539,560	727	683,380	0	0	727	683,380



รูปที่ 4.27 กราฟแสดงเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2561 ถึง 2564

แยกเกล็ดเลือดชนิด PC กรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอเพื่อเปรียบเทียบตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2561 ถึง 2564 ดังตารางที่ 4.15 สามารถแสดงวิธีการคำนวณเกล็ดเลือด PC-A ดังต่อไปนี้

<u>หลังปรับปรุง</u> (เกล็ดเลือด 1 ยูนิต เท่ากับ 460 บาท)

หลังการปรับปรุง PC-A หมดอายุเท่ากับ 1 ยูนิต/เดือน

เปรียบเทียบ PC-A ทั้งปี 31 วัน = 1 ยูนิต/เดือน

365 วัน = $\frac{1x365}{31}$ = 12 ยูนิต/ปี

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

สามารถลด PC-A เสียจากปี พ.ศ. 2563 428-12 = 416 ยูนิต/ปี

คิดเป็นจำนวนเงิน (cost saving) 196,880-5,520 = 191,360 บาท/ปี

ตารางที่ 4.15 เปรียบเทียบเกล็ดเลือด PC กรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 ถึง 2564

เกล็ดเลือด	2561		2562		2563		2564		สามารถลดของเสีย	
	ยูนิต/ปี	บาท/ปี	ยูนิต/ปี	บาท/ปี	ยูนิต/ปี	บาท/ปี	ยูนิต/ปี	บาท/ปี	ยูนิต/ปี	บาท/ปี
PC-A	691	317,860	538	247,480	428	196,880	12	5,520	416	191,360
PC-B	458	210,680	403	185,380	523	240,580	12	5,520	511	235,060
PC-AB	203	93,380	147	67,620	202	92,920	35	16,100	167	76,820
PC-O	682	313,720	581	267,260	246	113,160	118	54,280	128	58,880
จำนวนรวม	2,034	935,640	1,669	767,740	1,399	643,540	177	81,420	1,222	562,120

เม็ดเลือดแดงชนิด PRC กรุปเลือดตามระบบเอบีโอดังแสดงในตารางที่ 4.16 สามารถแสดงวิธีการคำนวณเม็ดเลือดแดง PRC-A ลดของเสียจากปี 2563 ได้ดังนี้

<u>หลังปรับปรุง</u> (เม็ดเลือดแดง 1 ยูนิต เท่ากับ 940 บาท)

หลังการปรับปรุง PRC-A หมดอายุเท่ากับ 0 ยูนิต/เดือน (เม็ดเลือดแดง 1 ยูนิต เท่ากับ 940 บาท)

เปรียบเทียบ PRC-A ทั้งปี 31 วัน = 0 ยูนิต/เดือน

365 วัน = $\frac{0x365}{31}$ = 0 ยูนิต/ปี

มูลค่าความเสียหายของ PRC-A 0x940 = 0 บาท/ปี

สามารถลด PRC-A เสียจากปี 2563 82-0 = 82 ยูนิต/ปี

คิดเป็นจำนวนเงิน (cost saving) 77,080-0 = 77,080 บาท/ปี

ตารางที่ 4.16 เปรียบเทียบเม็ดเลือดแดง PRC กรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 ถึง 2564

เม็ดเลือดแดง	2561		2562		2563		2564		สามารถลดของเสีย	
	ยูนิต/ปี	บาท/ปี	ยูนิต/ปี	บาท/ปี	ยูนิต/ปี	บาท/ปี	ยูนิต/ปี	บาท/ปี	ยูนิต/ปี	บาท/ปี
PRC-A	272	255,680	71	66,740	82	77,080	0	-	82	77,080
PRC-B	487	457,780	240	225,600	471	442,740	0	-	471	442,740
PRC-AB	17	15,980	52	48,880	79	74,260	0	-	79	74,260
PRC-O	325	305,500	211	198,340	95	89,300	0	-	95	89,300
จำนวนรวม	1,101	1,034,940	574	539,560	727	683,380	0	0	727	683,380

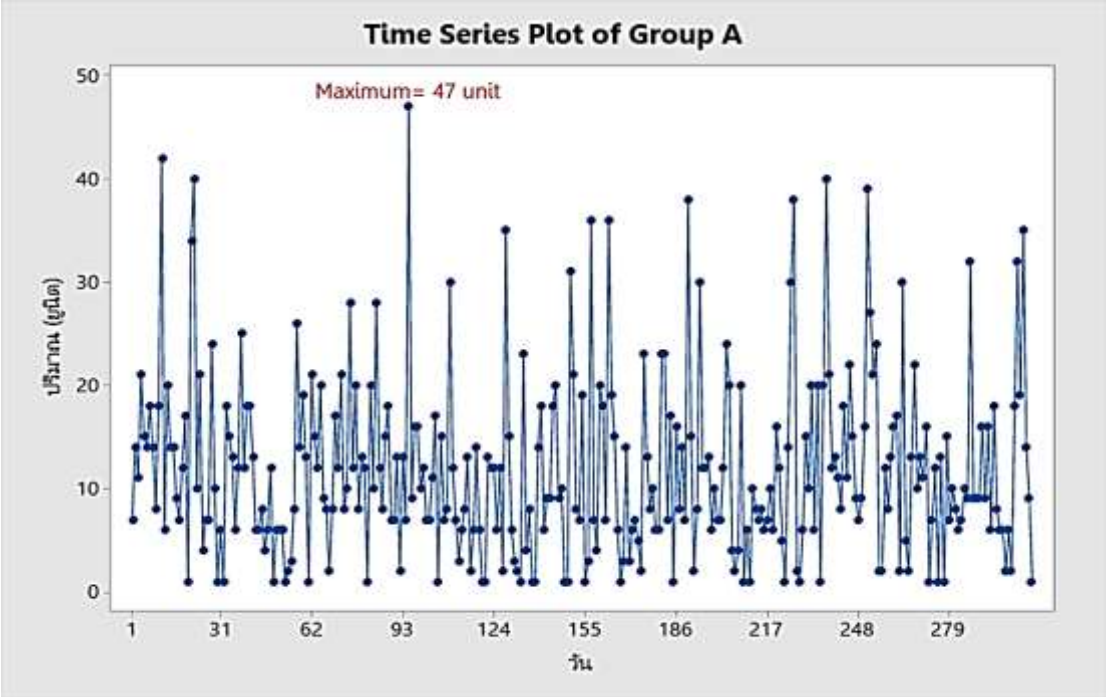
4.7 แนวทางในการลดปริมาณเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง

การเสนอแนวทางการลดของเสียกับหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตใช้แนวคิดแบบ FIFO ทำให้เกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงภายในหน่วยงานคลังเลือดไม่เกิดของเสียตามขั้นตอนการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล จึงนำการจำลองสถานการณ์เข้ามาใช้เนื่องจากสามารถเลียนแบบระบบงานจริงภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดขึ้น เนื่องจากทางหน่วยงานคลังเลือดไม่สามารถควบคุมอุปทาน (supply) เลือดที่เข้ามาในแต่ละวัน จึงต้องมีการบริหารคลังเลือดโดยการนำแนวคิดนี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต้องมีการบริหารเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงแต่ละส่วนประกอบของกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอเพื่อใช้ในการบริหารคลังเลือดให้มีเลือดเพียงพอต่อความต้องการใช้ ถ้าเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงมีมากเกินความต้องการใช้คือ มีจำนวนเลือดในคลังเลือดมากกว่าค่าที่ใช้สูงสุด (maximum) ควรปล่อยเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงออกไปยังโรงพยาบาลต่าง ๆ ที่ขาดแคลนทันทีเพื่อไม่ให้เกิดเลือดหมดอายุ อีกทั้งการปล่อยเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงไม่ถือเป็นการสูญเสียเนื่องจากการปล่อยเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงไปยังโรงพยาบาลต่าง ๆ ทำให้หน่วยงานคลังเลือดได้ทุนคืนที่ได้จากกระบวนการรับบริจาคเลือดและปั่นแยกส่วนประกอบเลือด ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีต้นทุนและความแตกต่างของเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงหมดอายุที่ใช้งานไม่ได้ถือเป็นการสูญเสียเพราะรอการทำลายโดยการเข้าสู่กระบวนการทางความร้อนเพียงอย่างเดียวอีกทั้งยังเพิ่มต้นทุนอีกด้วย

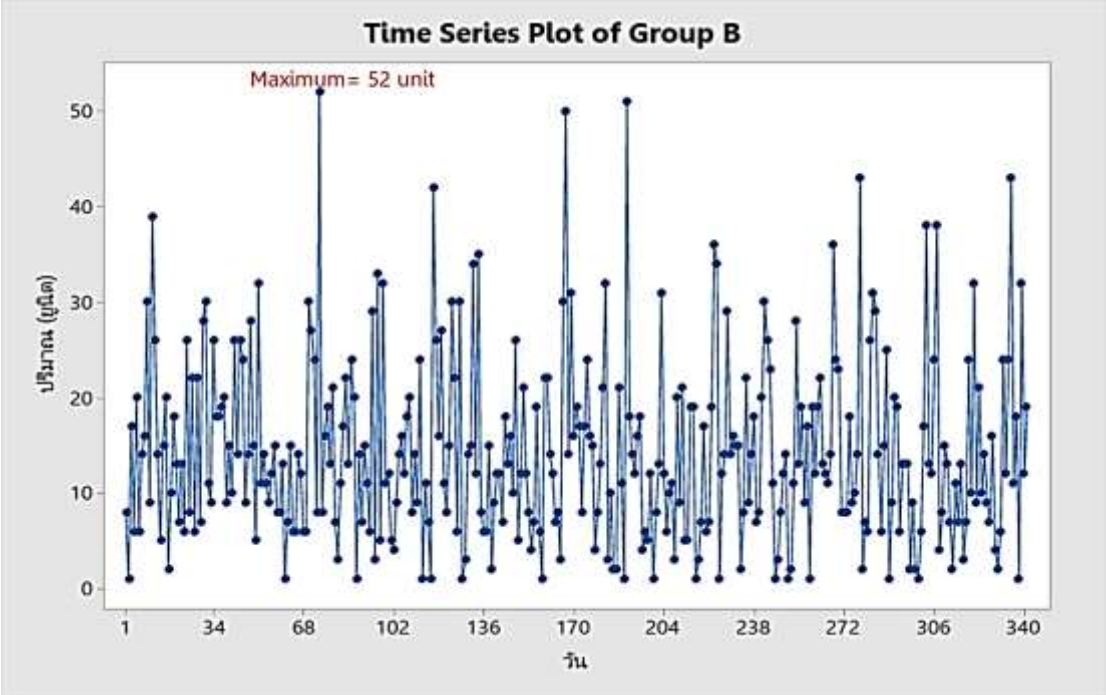
4.8 การบริหารคลังเลือดให้เพียงพอต่อความต้องการใช้

จากการเก็บข้อมูลการใช้เกล็ดเลือดตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561 พบว่ามีการใช้เกล็ดเลือดกรุ๊ปเอสูงสุดเท่ากับ 47 ยูนิตต่อวัน กรุ๊ปบีเท่ากับ 52 ยูนิตต่อวัน กรุ๊ปเอบีเท่ากับ 22 ยูนิตต่อวันและกรุ๊ปโอเท่ากับ 58 ยูนิตต่อวัน ดังแสดงในรูปที่ 4.28 ถึง 4.31 เก็บข้อมูลการใช้เม็ดเลือดแดงตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561 พบว่ามีการใช้เม็ดเลือดแดงกรุ๊ป

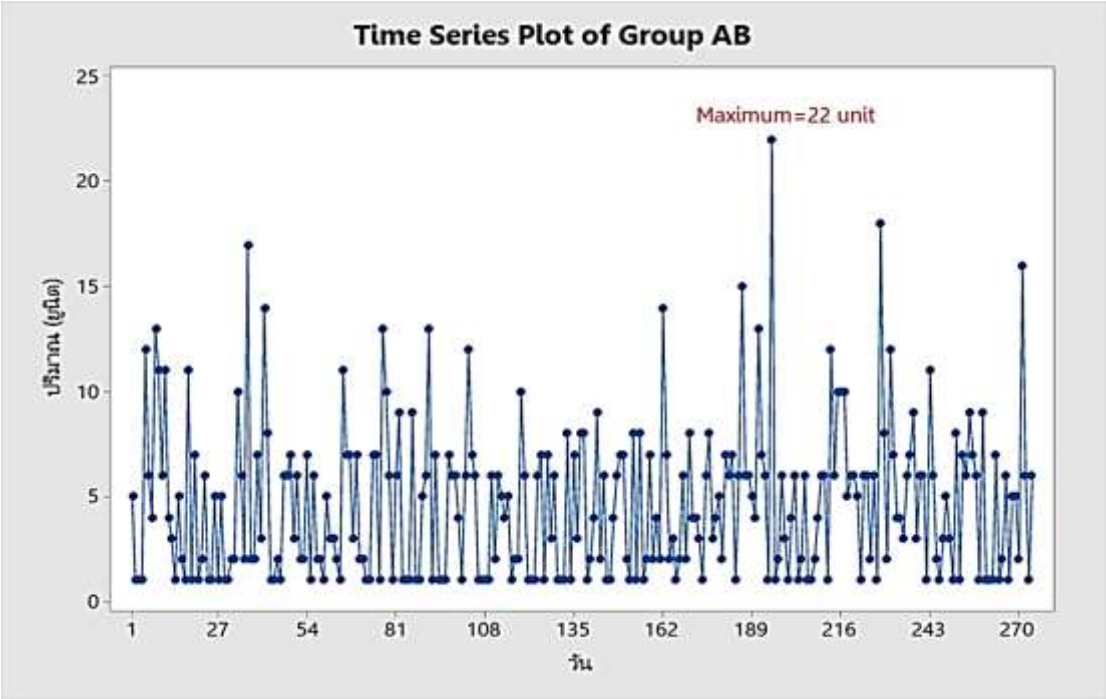
เอสูงสุดเท่ากับ 67 ยูนิตต่อวัน กรุ๊ปบีเท่ากับ 86 ยูนิตต่อวัน กรุ๊ปเอบีเท่ากับ 42 ยูนิตต่อวันและกรุ๊ปโอเท่ากับ 99 ยูนิตต่อวัน ดังแสดงในรูปที่ 4.32 ถึง 4.35



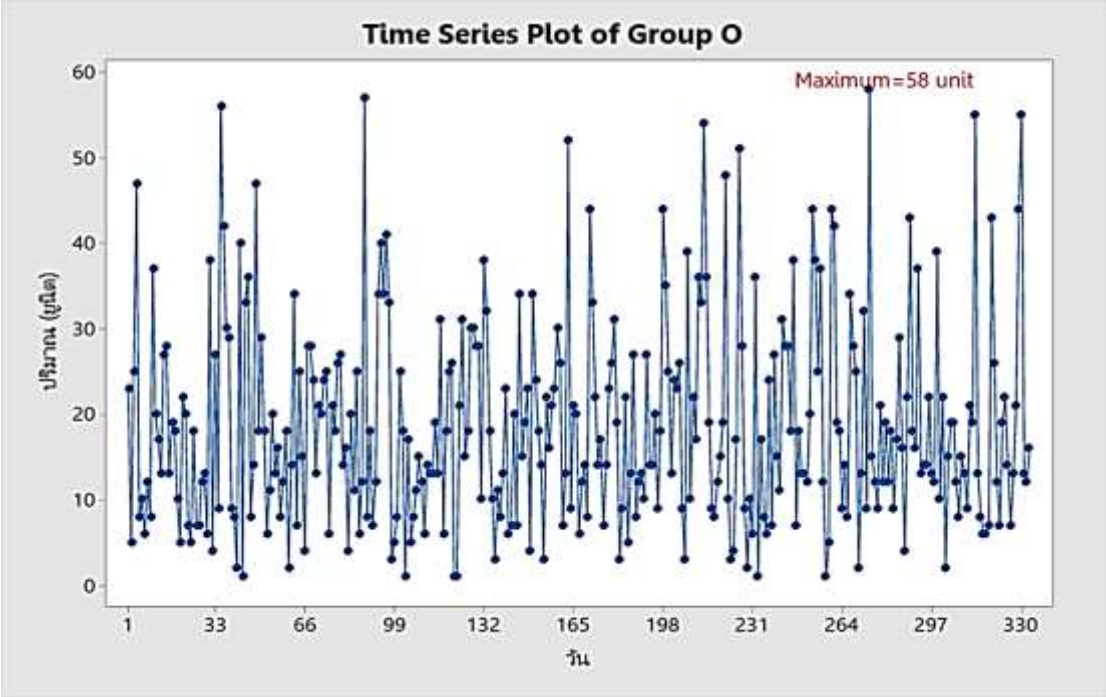
รูปที่ 4.28 พฤติกรรมการใช้เกล็ดเลือดกรุ๊ปเอ (A) วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561



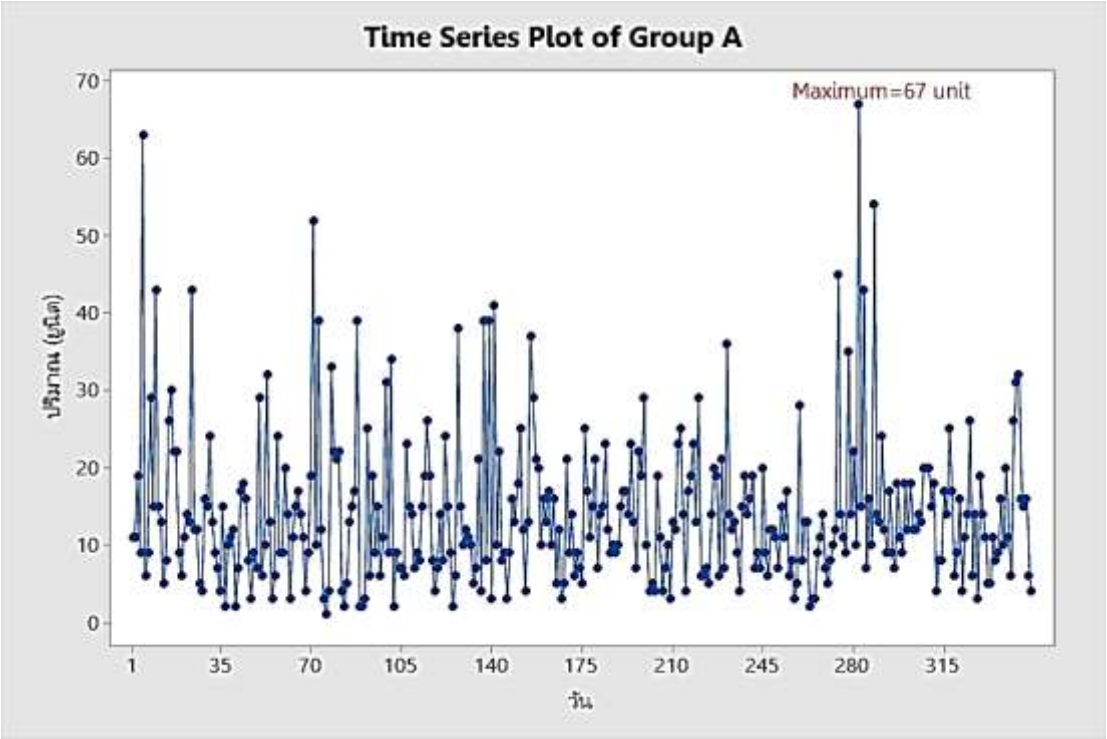
รูปที่ 4.29 พฤติกรรมการใช้เกล็ดเลือดกรุ๊ปบี (B) วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561



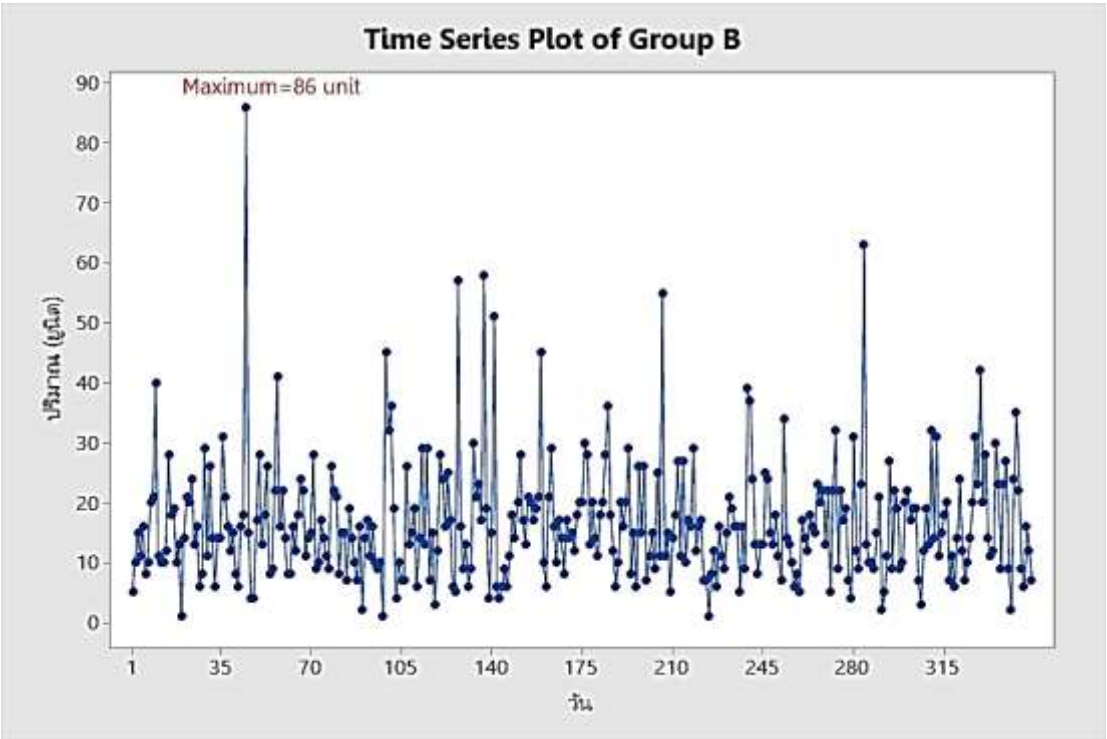
รูปที่ 4.30 พฤติกรรมการใช้เกล็ดเลือดกรุ๊ปเอบี (AB) วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561



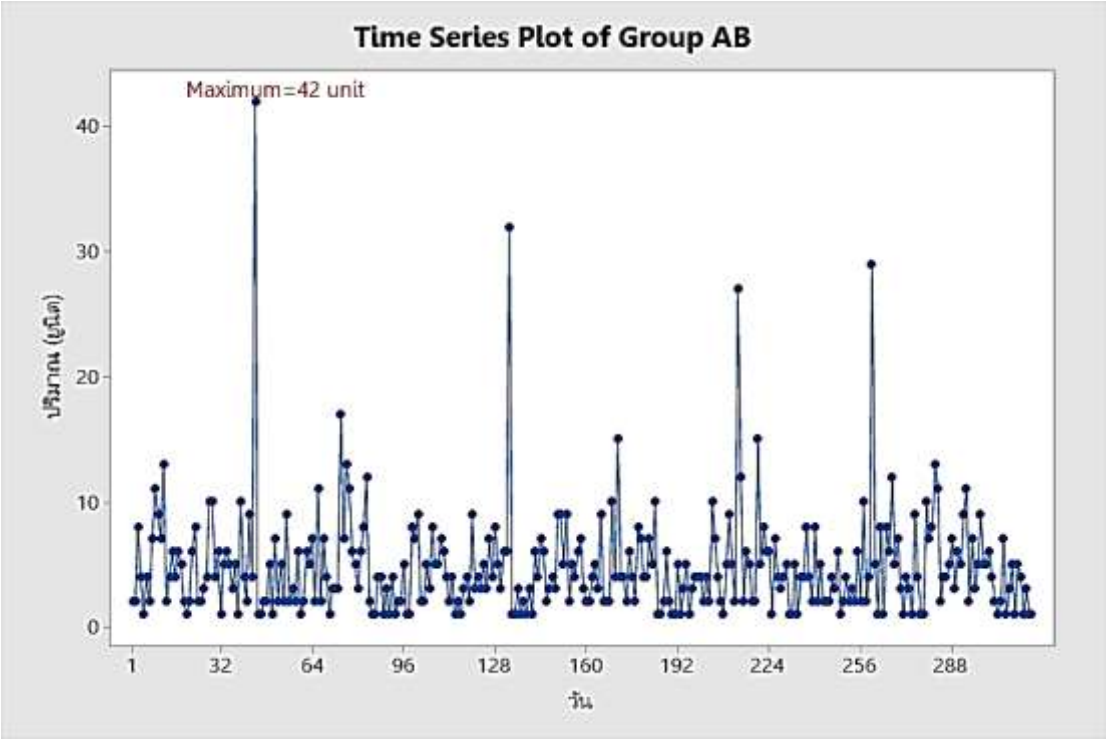
รูปที่ 4.31 พฤติกรรมการใช้เกล็ดเลือดกรุ๊ปโอ (O) วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561



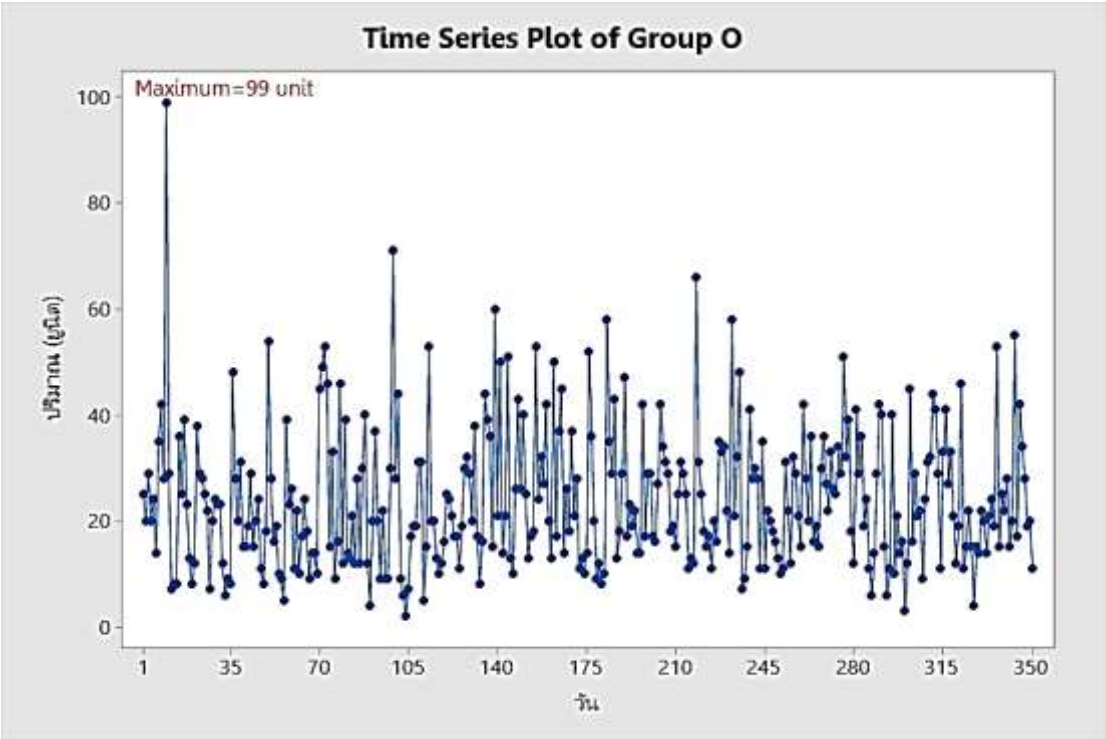
รูปที่ 4.32 พฤติกรรมการใช้เม็ดเลือดแดงกรุ๊ปเอ (A) วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561



รูปที่ 4.33 พฤติกรรมการใช้เม็ดเลือดแดงกรุ๊ปบี (B) วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561



รูปที่ 4.34 พฤติกรรมการใช้เม็ดเลือดแดงกรุ๊ปเอบี (AB) วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561



รูปที่ 4.35 พฤติกรรมการใช้เม็ดเลือดแดงกรุ๊ปโอ (O) วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561

การใช้เลือดตั้งแต่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561 พบว่ามีการใช้เกล็ดเลือดเท่ากับ 15,992 ยูนิตต่อปี แยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ กรุ๊ปบี กรุ๊ปเอบีและกรุ๊ปโอ คือ 3,645, 4,870, 1,277 และ 6,200 ตามลำดับ และการใช้เม็ดเลือดแดงเท่ากับ 20,584 ยูนิตต่อปี แยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ กรุ๊ปบี กรุ๊ปเอบีและกรุ๊ปโอ คือ 4,903, 5,776, 1,520 และ 8,385 ยูนิตตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.17 ปริมาณการใช้ส่วนประกอบเกล็ดเลือดแยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอดังแสดงในตารางที่ 4.18 และปริมาณการใช้ส่วนประกอบเม็ดเลือดแดงแยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอดังแสดงในตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.17 ปริมาณการใช้เกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงแยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ

ส่วนประกอบเลือด	จำนวนที่ให้ผู้ป่วย (ยูนิต)				จำนวนรวม
	กรุ๊ปเอ (A)	กรุ๊ปบี (B)	กรุ๊ปเอบี (AB)	กรุ๊ปโอ (O)	
เกล็ดเลือด	3,645	4,870	1,277	6,200	15,992
เม็ดเลือดแดง	4,903	5,776	1,520	8,385	20,584

ตารางที่ 4.18 ปริมาณการใช้ส่วนประกอบของเกล็ดเลือดแยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ

ส่วนประกอบเกล็ดเลือด	จำนวนที่ให้ผู้ป่วย (ยูนิต)				จำนวนรวม
	กรุ๊ป (A)	กรุ๊ป (B)	กรุ๊ป (AB)	กรุ๊ป (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 4.19 ปริมาณการใช้ส่วนประกอบของเม็ดเลือดแดงแยกกรุ๊ปตามระบบเอบีโอ

ส่วนประกอบเม็ดเลือดแดง	จำนวนที่ให้ผู้ป่วย (ยูนิต)				จำนวนรวม
	กรุ๊ป (A)	กรุ๊ป (B)	กรุ๊ป (AB)	กรุ๊ป (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

ปริมาณการใช้เกล็ดเลือดเฉลี่ยต่อวัน 43 ยูนิต มีจำนวนใช้สูงสุดต่อวันมากที่สุด คือ กรุ๊ปเลือดโอ 58 ยูนิต กรุ๊ปบี 52 ยูนิต กรุ๊ปเอ 47 ยูนิตและกรุ๊ปเอบี 22 ยูนิต จำนวนที่เกล็ดเลือดควรมีเพียงพอสำหรับการใช้งาน 3 วัน แยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ กรุ๊ปบี กรุ๊ปเอบีและกรุ๊ปโอ คือ 30, 39, 9 และ 51 ยูนิตตามลำดับ จำนวนเกล็ดเลือดควรมีตลอดเวลาในคลังเลือดเท่ากับ 145 ยูนิตต่อวัน แยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ กรุ๊ปบี กรุ๊ปเอบีและกรุ๊ปโอ คือ 33, 43, 13

และ 56 ยูนิตต่อวันตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.20 แสดงวิธีการคำนวณปริมาณการใช้เกล็ดเลือดกรุ๊ปเอ (A) สำหรับ 3 วันดังต่อไปนี้

<u>วิธีการคำนวณ</u> กรุ๊ปเอสำหรับ 3 วัน

จำนวนที่ใช้เฉลี่ยต่อวัน (mean±SD) 3,645/365 = 10 ยูนิต/วัน

จำนวนที่ใช้เฉลี่ยต่อวัน แยกตามส่วนประกอบย่อย ได้แก่ PC, LDPC, LDPLT

Platelet concentrate 2,722/365 = 7 ยูนิต/วัน

Leukocyte depleted platelet concentrate 558/365 = 2 ยูนิต/วัน

Leukocyte depleted platelet apheresis 365/365 = 1 ยูนิต/วัน

จำนวนที่ใช้สูงสุดต่อวัน (maximum) 47 ยูนิต/วัน

จำนวนที่ใช้ต่ำสุดต่อวัน (minimum) 1 ยูนิต/วัน

จำนวนที่ใช้สำหรับ 3 วัน 10x3 = 30 ยูนิต

จำนวนที่เกล็ดเลือดควรมีตลอดเวลาในคลังเลือด (10/100) x 30 +30 = 33 ยูนิต

ตารางที่ 4.20 ปริมาณการใช้เกล็ดเลือดแยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ 3 วัน (หน่วยเป็นยูนิต)

เกล็ดเลือด	จำนวนที่ใช้แต่ละกรุ๊ปเลือด (ยูนิต)				จำนวนรวม
	กรุ๊ปเอ (A)	กรุ๊ปบี (B)	กรุ๊ปเอบี (AB)	กรุ๊ปโอ (O)	
จำนวนที่ใช้เฉลี่ยต่อวัน (mean±SD)	10±9	13±10	4±4	17±12	44
จำนวนใช้เฉลี่ยต่อวัน แยกตามส่วนประกอบย่อย					
Platelet concentrate	7	10	2	12	31
Leukocyte deplete platelet concentrate	2	2	1	3	8
Leukocyte depleted platelet apheresis	1	1	1	2	5
จำนวนที่ใช้สูงสุดต่อวัน (maximum)	47	52	22	58	
จำนวนที่ใช้ต่ำสุดต่อวัน (minimum)	1	1	1	1	
จำนวนที่ใช้สำหรับ 3 วัน	30	39	12	51	132
จำนวนที่เกล็ดเลือดควรมีตลอดเวลาในคลังเลือด (safety stock)	33	43	13	56	145

ปริมาณการใช้เม็ดเลือดแดงเฉลี่ยต่อวัน 56 ยูนิต มีจำนวนใช้สูงสุดต่อวันมากที่สุด คือ กรุ๊ปโอ 99 ยูนิต กรุ๊ปบี 86 ยูนิต กรุ๊ปเอ 67 ยูนิตและกรุ๊ปเอบี 42 ยูนิต จำนวนที่เม็ดเลือดแดงควรมีเพียงพอสำหรับการใช้งาน 7 วัน แยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ กรุ๊ปบี กรุ๊ปเอบีและกรุ๊ปโอ คือ 91, 112, 28 และ 161 ยูนิตตามลำดับ และจำนวนเม็ดเลือดแดงที่ควรมีตลอดเวลาในคลังเลือด

เท่ากับ 431 ยูนิตต่อวัน แยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ กรุ๊ปบี กรุ๊ปเอบีและกรุ๊ปโอ คือ 100, 123, 31 และ 177 ยูนิตต่อวันตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 4.21 แสดงวิธีการคำนวณปริมาณการใช้เม็ดเลือดแดงกรุ๊ปเอ (A) สำหรับ 7 วัน ดังต่อไปนี้

<u>วิธีการคำนวณ</u> กรุ๊ปเอสำหรับ 7 วัน

จำนวนที่ใช้เฉลี่ยต่อวัน (mean±SD) 4,903/365 = 13 ยูนิต/วัน

จำนวนที่ใช้เฉลี่ยต่อวัน แยกตามส่วนประกอบย่อย ได้แก่ PRC, LPRC, LDPRC

Packed red cell 3,201/365 = 9 ยูนิต/วัน

Leukocyte poor packed red cell 828/365 = 2 ยูนิต/วัน

Leukocyte depleted packed red cell 874/365 = 2 ยูนิต/วัน

จำนวนที่ใช้สูงสุดต่อวัน (maximum) 67 ยูนิต/วัน

จำนวนที่ใช้ต่ำสุดต่อวัน (minimum) 1 ยูนิต/วัน

จำนวนที่ใช้สำหรับ 7 วัน 13x7 = 91 ยูนิต

จำนวนที่เม็ดเลือดแดงควรมีตลอดเวลาในคลังเลือด (10/100) x 91 +91 = 100 ยูนิต

ตารางที่ 4.21 ปริมาณการใช้เม็ดเลือดแดงแยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ 7 วัน (หน่วยเป็นยูนิต)

เม็ดเลือดแดง	จำนวนที่ใช้แต่ละกรุ๊ปเลือด (ยูนิต)				จำนวนรวม
	กรุ๊ปเอ (A)	กรุ๊ปบี (B)	กรุ๊ปเอบี (AB)	กรุ๊ปโอ (O)	
จำนวนที่ใช้เฉลี่ยต่อวัน (mean±SD)	13±10	16±10	4±4	23±13	56
จำนวนใช้เฉลี่ยต่อวัน แยกตามส่วนประกอบย่อย					
Packed red cell	9	10	2	14	35
Leukocyte poor packed red cell	2	3	1	4	10
Leukocyte depleted packed red cell	2	3	1	5	11
จำนวนที่ใช้สูงสุดต่อวัน (maximum)	67	86	42	99	
จำนวนที่ใช้ต่ำสุดต่อวัน (minimum)	1	1	1	2	
จำนวนที่ใช้สำหรับ 7 วัน	91	112	28	161	392
จำนวนที่เม็ดเลือดแดงควรมีตลอดเวลาในคลังเลือด (safety stock)	100	123	31	177	431

เม็ดเลือดแดงควรมีเพียงพอสำหรับการใช้งาน 10 วัน แยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ กรุ๊ปบี กรุ๊ปเอบีและกรุ๊ปโอ คือ 130, 160, 40 และ 230 ยูนิตตามลำดับ และจำนวนเม็ดเลือดแดงที่ควรมีตลอดในคลังเลือดเท่ากับ 616 ยูนิตต่อวัน แยกกรุ๊ปเลือดตามดระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ

กรุ๊ปบี กรุ๊ปเอบีและกรุ๊ปโอ คือ 143, 176, 44 และ 1253 ยูนิตต่อวันตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 4.22 แสดงวิธีการคำนวณปริมาณการใช้เม็ดเลือดแดงกรุ๊ปเอ (A) สำหรับ 10 วันดังต่อไปนี้

<u>วิธีการคำนวณ</u> กรุ๊ปเอสำหรับ 10 วัน

จำนวนที่ใช้เฉลี่ยต่อวัน (mean±SD) 4,903/365 = 13 ยูนิต/วัน

จำนวนที่ใช้เฉลี่ยต่อวัน แยกตามส่วนประกอบย่อย ได้แก่ PRC, LPRC, LDPRC

Packed red cell 3,201/365 = 9 ยูนิต/วัน

Leukocyte poor packed red cell 828/365 = 2 ยูนิต/วัน

Leukocyte depleted packed red cell 874/365 = 2 ยูนิต/วัน

จำนวนที่ใช้สูงสุดต่อวัน (maximum) 67 ยูนิต/วัน

จำนวนที่ใช้ต่ำสุดต่อวัน (minimum) 1 ยูนิต/วัน

จำนวนที่ใช้สำหรับ 10 วัน 13x10 = 130 ยูนิต

จำนวนที่เม็ดเลือดแดงควรมีตลอดเวลาในคลังเลือด (10/100) x 130 +130 = 143 ยูนิต

ตารางที่ 4.22 ปริมาณการใช้เม็ดเลือดแดงกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ 10 วัน (หน่วยเป็นยูนิต)

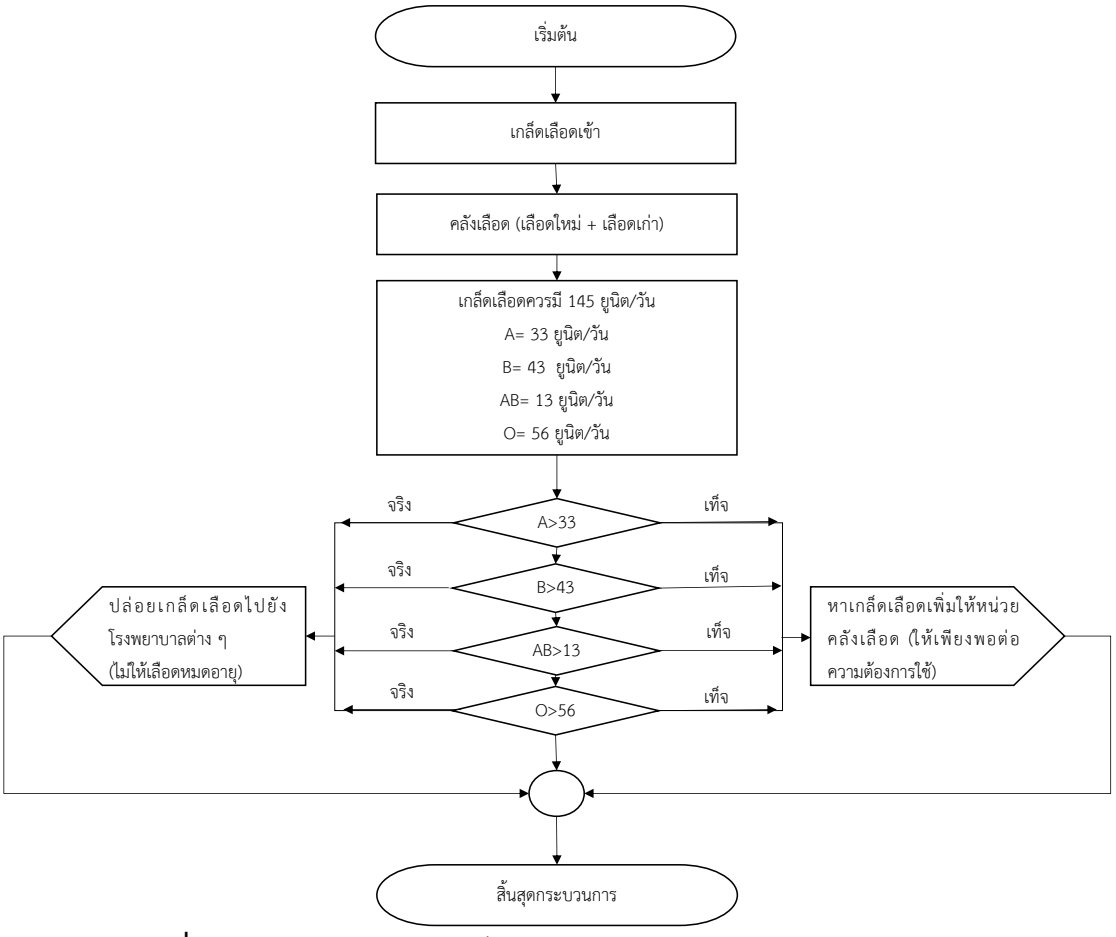
เม็ดเลือดแดง	จำนวนที่ใช้แต่ละกรุ๊ปเลือด (ยูนิต)				จำนวนรวม
	กรุ๊ปเอ (A)	กรุ๊ปบี (B)	กรุ๊ปเอบี (AB)	กรุ๊ปโอ (O)	
จำนวนที่ใช้เฉลี่ยต่อวัน (mean±SD)	13±10	16±10	4±4	23±13	56
จำนวนใช้เฉลี่ยต่อวัน แยกตามส่วนประกอบย่อย					
Packed red cell	9	10	2	14	35
Leukocyte poor packed red cell	2	3	1	4	10
Leukocyte depleted packed red cell	2	3	1	5	11
จำนวนที่ใช้สูงสุดต่อวัน (maximum)	67	86	42	99	
จำนวนที่ใช้ต่ำสุดต่อวัน (minimum)	1	1	1	2	
จำนวนที่ใช้สำหรับ 10 วัน	130	160	40	230	560
จำนวนที่เม็ดเลือดแดงควรมีตลอดเวลาในคลังเลือด (safety stock)	143	176	44	253	616

จากตารางที่ 4.20 ถึง 4.22 มีความสัมพันธ์กับการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลและโปรแกรมเว็บแอพพลิเคชั่นสำหรับการใช้งานภายในหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต คือ หลังจากทดสอบแนวคิดการลดของเสียแบบ FIFO สามารถลดของเสียได้ การบริหารคลังเลือดให้เพียงพอและปลอดภัยโดยไม่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุการคำนวณหาปริมาณเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงที่ควรมีตลอดเวลาในคลังเลือดเพื่อบริหารคลังเลือดให้เพียงพอต่อความต้องการใช้โดยไม่ทำให้เกิด

เลือดหมดอายุ ใช้โปรแกรมเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อเป็นแนวทางการจัดการสำหรับหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตมีขั้นตอนการใช้งานดังต่อไปนี้

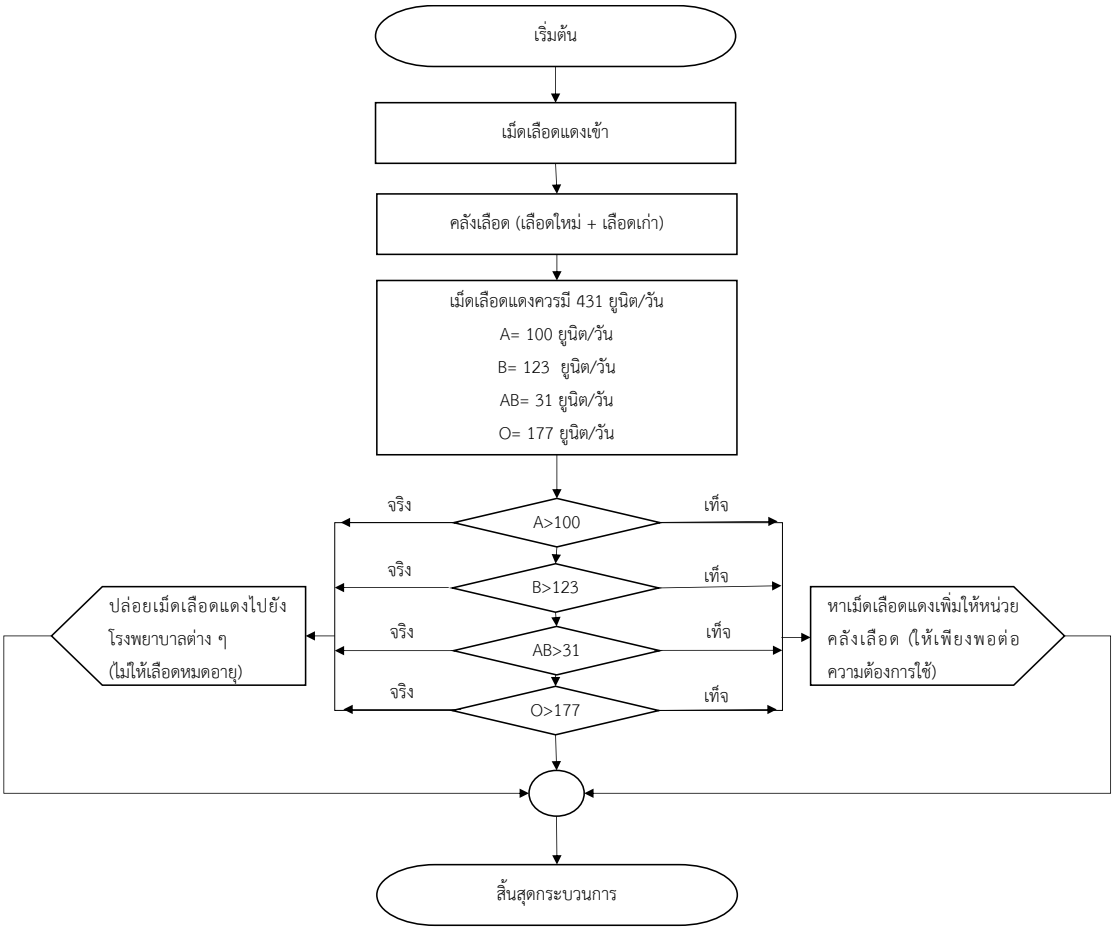
1. เปิดต่างหน้าโปรแกรมเว็บแอพพลิเคชั่นระบบการจัดการคลังเลือด
2. เข้าสู่ระบบด้วยการใส่รหัสระบบการจัดการคลังเลือด
3. เลือกส่วนประกอบเลือดที่ต้องการจัดการ ได้แก่ เกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง
4. กรอกข้อมูลส่วนประกอบเลือดที่เข้ามาในแต่วัน แยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ
5. เตรียมเลือดตามจำนวนที่แพทย์ต้องการและนำไปเก็บในตู้พร้อมจ่ายเลือด
6. จ่ายเลือดตามใบเบิกจริงที่หน่วยงานคลังเลือด เลือดที่ผ่านการเตรียมไว้แต่ไม่ได้นำไปใช้ (จ่าย) เก็บอยู่ในตู้ 2 วัน เมื่อเลยระยะเวลา 2 วัน นำเลือดที่ผ่านการเตรียมไปเก็บในตู้คลังเลือดเพื่อใช้สำหรับผู้ป่วยรายต่อไป

โปรแกรมเว็บแอพพลิเคชั่นสำหรับการจัดการคลังเลือดของเกล็ดเลือดตามกรุ๊ปเลือดระบบเอบีโอให้เพียงพอต่อความต้องการใช้สำหรับใช้งาน 3 วัน โดยไม่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุมีเงื่อนไขการบริหารคลังเลือดดังแสดงในรูปที่ 4.36



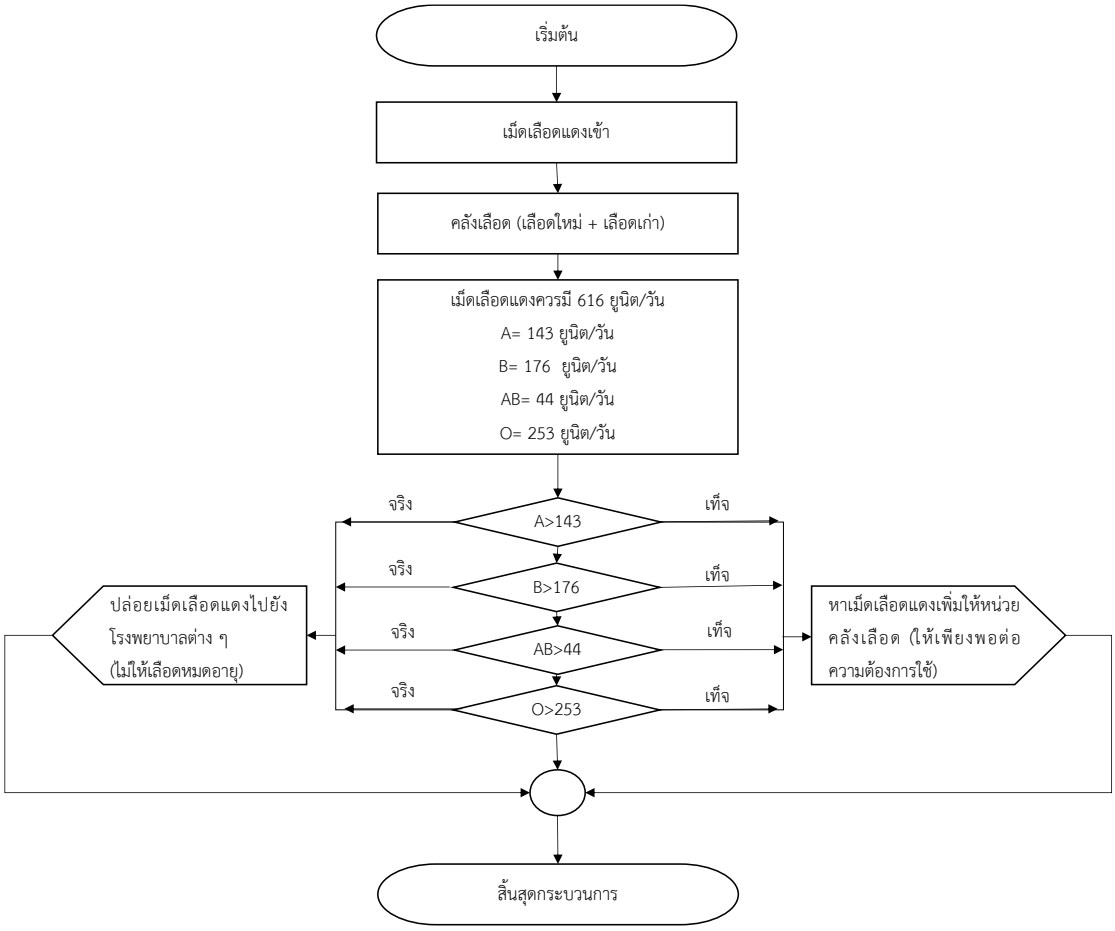
รูปที่ 4.36 การจัดการระบบเกล็ดเลือดตามกรุ๊ปเลือดระบบเอบีโอสำหรับใช้งาน 3 วัน

โปรแกรมเว็บแอพพลิเคชั่นสำหรับการจัดการคลังเลือดของเม็ดเลือดแดงตามกรุ๊ปเลือดระบบเอบีโอให้เพียงพอต่อความต้องการใช้สำหรับใช้งาน 7 วัน โดยไม่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุมีเงื่อนไขการบริหารคลังเลือดดังแสดงในรูปที่ 4.37



รูปที่ 4.37 การจัดการระบบเม็ดเลือดแดงตามกรุ๊ปเลือดระบบเอบีโอสำหรับใช้งาน 7 วัน

โปรแกรมเว็บแอพพลิเคชั่นสำหรับการจัดการคลังเลือดของเม็ดเลือดแดงตามกรุ๊ปเลือดระบบเอบีโอให้เพียงพอต่อความต้องการใช้สำหรับใช้งาน 10 วัน โดยไม่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุมีเงื่อนไขการบริหารคลังเลือดดังแสดงในรูปที่ 4.38



รูปที่ 4.38 การจัดการระบบเม็ดเลือดแดงตามกรุ๊ปเลือดระบบเอบีโอสำหรับใช้งาน 10 วัน

4.9 สรุป

สรุปผลการวิจัยทั้งหมดโดยการเปรียบเทียบค่าจากการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลและค่าที่ได้จากระบบการทำงานจริงภายในหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตพบว่าในปี พ.ศ. 2564 ลดปริมาณเกล็ดเลือดหมดอายุได้ 1,566 ยูนิตต่อปี คิดเป็นจำนวนเงิน 720,360 บาทต่อปี แยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ กรุ๊ปบี กรุ๊ปเอบีและกรุ๊ปโอ ดังต่อไปนี้ 200, 47, 142, 1,777 ยูนิตตามลำดับ ลดปริมาณเม็ดเลือดแดงหมดอายุได้ 305 ยูนิตต่อปี คิดเป็นจำนวนเงิน 286,700 บาทต่อปี แยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ กรุ๊ปบี กรุ๊ปเอบีและกรุ๊ปโอ ดังต่อไปนี้ 35, 188, 0, 82 ยูนิตตามลำดับ และลดปริมาณเกล็ดเลือดหมดอายุของปี 2564 จาก 1,399 ยูนิตต่อปี เหลือ 177 ยูนิตต่อปี คิดเป็นจำนวนเงิน 562,120 บาทต่อปี หรือร้อยละ 87 ลดปริมาณเม็ดเลือดแดงหมดอายุของปี 2564 จาก 727 ยูนิตต่อปี ไม่มีเลือดหมดอายุเลย คิดเป็นจำนวนเงิน 683,380 บาทต่อปี หรือร้อยละ 100 เทียบจากเลือดหมดอายุของหน่วยงานคลังเลือดและการจัดการของเสียภายในหน่วยคลังเลือดใช้หลักการ FIFO และหาปริมาณเลือดสำรองที่เหมาะสม จาก

การเก็บข้อมูลย้อนหลังตั้งแต่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561 พบว่ามีการใช้เกล็ดเลือดเท่ากับ 15,992 ยูนิต เม็ดเลือดแดงเท่ากับ 20,584 ยูนิต คำนวณได้ปริมาณเลือดและส่วนประกอบของเลือดที่คลังเลือดควรมีตลอดเวลาแยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ กรุ๊ปบี กรุ๊ปเอบี และกรุ๊ปโอ 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 คือ 143, 176, 44, และ 253 ยูนิตต่อวันตามลำดับ

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาเพื่อลดปริมาณเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงหมดอายุ และบริหารคลังเลือดให้มีเลือดเพียงพอต่อความต้องการใช้ของแพทย์ ใช้กระบวนการแก้ปัญหาทั่วไปร่วมกับเทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการ หน่วยงานนี้อยู่ภายใต้การกำกับของภาคพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ทำหน้าที่รับบริจาคเลือดและปั่นแยกส่วนประกอบเลือดเพื่อนำไปใช้ในการรักษาผู้ป่วยที่เข้ามารักษาตัวในโรงพยาบาล การค้นหาปัญหาที่ทำให้เกิดเลือดหมดอายุโดยเริ่มจากสำรวจสภาพปัญหาปัจจุบันของหน่วยงานคลังเลือด ใช้เครื่องมือ IDEF0 (integration definition for function modeling) เพื่อแสดงกิจกรรมและทรัพยากรที่ใช้ในรูปปัจจัยนำเข้า (inputs) ตัวขับเคลื่อน (mechanisms) ตัวควบคุม (controls) และผลลัพธ์ (outputs) ใช้โปรแกรม Microsoft Access ในการจัดการระบบฐานข้อมูล (database management system) เก็บข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือดการใช้เลือดและเลือดหมดอายุของเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง การจัดการของเสียภายในหน่วยคลังเลือดใช้หลัก FIFO (first in first out) และจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล (monte carlo simulation) เพื่อพิสูจน์แนวคิดการลดของเสียในหน่วยงานคลังเลือดและหาปริมาณเลือดสำรองที่เหมาะสมสำหรับแนวคิดการลดของสียแบบ FIFO จากการศึกษาการลดปริมาณเลือดหมดอายุมีเป้าหมายตัวแปรที่สำคัญสำหรับงานวิจัยนี้คือ การลดปริมาณเลือดหมดอายุของเกล็ดเลือดที่มีอายุการใช้งาน 5 วัน และเม็ดเลือดแดงที่มีอายุการใช้งาน 42 วัน หลังจากปั่นแยกส่วนประกอบเลือดที่มีปริมาณมากเกินความต้องการและบริหารคลังเลือดให้มีเลือดเพียงพอต่อความต้องการใช้ คือ เมื่อจำนวนเลือดในคลังมากกว่าค่าที่ใช้สูงสุด (maximum) ที่เสี่ยงต่อการหมดอายุการใช้งาน โดยการส่งเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดงไปยังโรงพยาบาลต่าง ๆ เห็นได้ว่าถ้าหน่วยงานคลังเลือดใช้หลักการหมุนเวียนเข้าก่อนออกก่อน FIFO ทำให้ของเสียในระบบลดลง อีกทั้งบริหารเมื่อในคลังมีเลือดมากเกินความต้องการใช้ของแพทย์ที่เสี่ยงต่อการหมดอายุการใช้ของเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง ผลการวิจัยทั้งหมดโดยการเปรียบเทียบค่าจากการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โลและค่าจากระบบการทำงานจริงภายในหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตพบว่าในปี พ.ศ. 2564 ลดปริมาณเกล็ดเลือดหมดอายุได้ 1,566 ยูนิตต่อปี คิดเป็นจำนวนเงิน 720,360 บาทต่อปี ลดปริมาณเม็ดเลือดแดงหมดอายุได้ 305 ยูนิตต่อปี คิดเป็นจำนวนเงิน 286,700 บาทต่อปี หน่วยงานคลังเลือดลดปริมาณเกล็ดเลือดหมดอายุของปี พ.ศ. 2564 จากปี พ.ศ. 2563 คือ 1,399 ยูนิตต่อปี เหลือ 177 ยูนิตต่อปี คิดเป็นจำนวนเงิน 562,120 บาทต่อปี หรือร้อยละ 87 ลดปริมาณเม็ดเลือดแดงหมดอายุจาก 727 ยูนิตต่อปี ไม่มีเลือดหมดอายุเลย คิดเป็นจำนวนเงิน 683,380 บาทต่อปี หรือร้อยละ 100

เทียบจากเลือดหมดอายุของหน่วยงานคลังเลือดและการจัดการของเสียภายในหน่วยคลังเลือดใช้หลักการ FIFO จากการเก็บข้อมูลย้อนหลังตั้งแต่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561 พบว่ามีการใช้เกล็ดเลือดเท่ากับ 15,992 ยูนิต และเม็ดเลือดแดงเท่ากับ 20,584 ยูนิต คำนวณปริมาณเลือดและส่วนประกอบของเลือดที่คลังเลือดควรมีตลอดเวลา แยกกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ กรุ๊ปบี กรุ๊ปเอบีและกรุ๊ปโอ ดังนี้ 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

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 แนวคิดการลดของเสียภายในหน่วยคลังเลือดสามารถนำไปใช้ได้ในธุรกิจที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันหรือเป็นผลิตภัณฑ์จำกัดอายุการใช้งาน เช่น ธุรกิจอาหารและยา เป็นต้น

5.2.2 แนวคิดการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล (monte carlo simulation) สามารถนำไปใช้ในการจำลองสถานการณ์ในอนาคตของเลือดและส่วนประกอบของเลือดชนิดอื่น ๆ เช่น พลาสมาสดแช่แข็ง (FFP) พลาสมาที่แยกไครโอปรีซิปิเตทออก (CPR) และไครโอปรีซิปิเตท (cryo-precipitate) เป็นต้น

5.2.3 สำหรับการทำวิจัยต่อไปในส่วนของการสุ่มตัวเลขจากค่าจริง ใช้วิธีการจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล (monte carlo simulation) สามารถนำค่าที่ได้ไปใส่ในเว็บแอพพลิเคชั่นเป็นฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการประมวลผลข้อมูลเพื่อดูสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในอนาคตของส่วนประกอบเลือดที่ยังไม่ได้จำลองสถานการณ์

บรรณานุกรม

[1] โรงพยาบาลสงขลานครินทร์, “ศูนย์ความเป็นเลิศทางการแพทย์,” คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: http://hospital.psu.ac.th/5ExCenter.php. [เมื่อ 20 เมษายน 2562].

[2] สาคร พรประเสริฐ, “โลหิตวิทยา,” (พิมพ์ครั้งที่ 1). เชียงใหม่: คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2557.

[3] สร้อยสอางค์ พิกุลสด, “การใช้โลหิตและส่วนประกอบโลหิตอย่างเหมาะสม,” (พิมพ์ครั้งที่ 1 พิมพ์ซ้ำ). กรุงเทพฯ: ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย, 2554.

[4] สภากาชาติไทย, “เลือดและส่วนประกอบเลือด,” สภากาชาติไทย [ออนไลน์]. สืบค้นจาก: https://www.redcross.or.th/. [เมื่อ 20 เมษายน 2562].

[5] ดวงพร เกี๋ยงคำ, “คู่มือใช้งาน Access 2016 ฉบับสมบูรณ์,” (พิมพ์ครั้งที่ 1). นนทบุรี: ไอดีซีฯ, 2560.

[6] พิภพ ลลิตาภรณ์, “การวางแผนและควบคุมการผลิต,” (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2557.

[7] จุฑา พิชิตลำเค็ญ, “พื้นฐานการจำลองสถานการณ์เชิงสุ่มเพื่อประยุกต์ใช้กับงานจริง,” (พิมพ์ครั้งที่ 1) กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2558.

[8] ปาริชาติ เพิ่มพิกุล และคณะ, “การศึกษาหาปริมาณเลือดและส่วนประกอบของเลือดที่เหมาะสมสำหรับโรงพยาบาลศิริราช,” วารสารโลหิตวิทยาและเวชศาสตร์บริการโลหิต ปีที่ 17, ฉบับที่ 2: 115-122., 2550.

[9] รัตนา เทพศิริ, "การประเมินประสิทธิภาพการสำรองโลหิตของธนาคารเลือดโรงพยาบาลตำรวจ," วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ ปีที่ 43, ฉบับที่ 3: 167-174., 2553.

[10] กัลยานี แสงสุข, "การศึกษาปริมาณโลหิตสำรองในโรงพยาบาลตำรวจ," วารสารโลหิตวิทยาและเวชศาสตร์บริการโลหิต ปีที่ 20, ฉบับที่ 3: 169-178., 2553.

[11] ศรีวิไล ตระกูลเกษมสิริ, "ปริมาณการสำรองเลือดและส่วนประกอบของเลือดที่เหมาะสมสำหรับโรงพยาบาลสมเด็จพระบรมราชเทวี ณ ศรีราชา สภากาชาดไทย," วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ ปีที่ 44, ฉบับที่ 2: 99-105., 2554.

[12] รพิพรรณ ศรีพุฒินิพนธ์, “การปรับปรุงการจัดการคลังเลือดในโรงพยาบาลราชวิถี” หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2554.

[13] วรางคณา โสพสลิขิต และ สุภาวดี ใจนันท์, "การศึกษาปริมาณเลือดและส่วนประกอบของเลือดสำรองที่เหมาะสมของโรงพยาบาลแพร่," วารสารโรงพยาบาลแพร่ ปีที่ 19, ฉบับที่ 1: 123-132., 2554.

[14] ณิชาภา เจียมจรรยา, “การศึกษาหาปริมาณโลหิตสำรองที่เหมาะสมของโรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ” หน่วยงานธนาคารเลือด กลุ่มงานสหเวชศาสตร์โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ, 2555.

[15] วัลลภ ภูผา, “การประยุกต์ใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลเพื่อหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม กรณีศึกษา การจัดซื้อวัตถุดิบในโรงงานผลิตอาหารแปรรูป,” วิศวกรรมสาร มก ปีที่ 27, ฉบับที่ 88: 41-56., 2557.

[16] พรรณวดี เอี่ยมตะโก, “การบริหารจัดการโลหิตของศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติสภากาชาดไทย” หลักสูตรปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการภาครัฐและภาคเอกชน มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2556.

[17] คณิตา แจ่มศรี, “การประเมินงานธนาคารเลือดและงานบริการโลหิตในโรงพยาบาลสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี” ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการบริการสาธารณสุขมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2559.

[18] วิลัยพร ชูศรี และคณะ, “การศึกษาแนวทางการเตรียมเลือดที่เหมาะสมสำหรับการผ่าตัดในผู้ป่วยประเภท Elective Surgery ของโรงพยาบาลกลาง,” วารสารโลหิตวิทยาและเวชศาสตร์บริการโลหิต ปีที่ 28, ฉบับที่ 1: 17-23., 2561.

[19] อมรรัตน์ ร่มพฤกษ์ และคณะ, “ผลการสำรองเลือดของคลังเลือดกลางเพื่อใช้ในโรงพยาบาลศรีนครินทร์และศูนย์หัวใจสิริกิติ์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในระยะเวลา 5 ปี (2556-2560),” ศรีนครินทร์เวชสาร ปีที่ 34, ฉบับที่ 1: 99-106., 2562.

[20] สุวรรณา พลภักดี และ นิภาส ลีนะธรรม, “การประยุกต์ใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลเพื่อการจัดการอะไหล่สำหรับการบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมปิโตรเลียม,” วิศวกรรมสาร มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีที่ 15, ฉบับที่ 1: 66-80., 2563.

[21] ณัฐวุฒิ ทองมี และ มานะ ชวรัตน์, “การประยุกต์ใช้แบบจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลเพื่อการจัดการสินค้าคงคลังที่เหมาะสม กรณีศึกษาบริษัทผลิตรถจักรยานยนต์”. The 7th NEU National Conference 2020 (NEUNC 2020) Northeastern University, 1080-1089., 2563.

[22] สกรณ์ บุษบง และคณะ, “การพัฒนาระบบจัดการคลังเลือดออนไลน์พร้อมชุดอุปกรณ์แจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บเลือดโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง กรณีศึกษาโรงพยาบาลพุทไธสง,” วารสารวิชาการนวัตกรรมการจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีที่ 7, ฉบับที่ 1: 41-50., 2563.

[23] ชัชวาล เรืองประพันธ์, “สถิติพื้นฐานพร้อมตัวอย่างการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม MINITAB,” (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คันนานาวิทยา, 2539.

[24] อิฟฟะห์ มะเกะ และคณะ, “การลดปริมาณเกล็ดเลือดหมดอายุ กรณีศึกษาหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิตโรงพยาบาลสงขลานครินทร์,” การประชุมวิชาการครั้งที่ 4 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา, 349-356., 2563.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ขั้นตอนการเก็บข้อมูลจากระบบการจัดการฐานข้อมูลของโรงพยาบาลด้วยโปรแกรม Microsoft Access

ภาคผนวก ก ขั้นตอนการเก็บข้อมูล 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

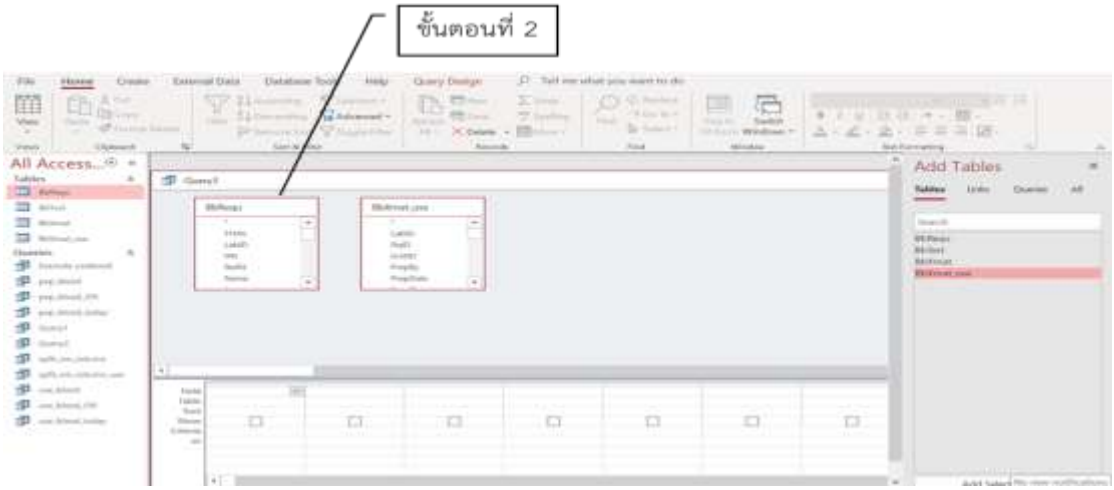
ขั้นตอนที่ 1

เปิดหน้าต่างโปรแกรม Microsoft Access ใช้ฐานข้อมูลปี พ.ศ. 2561 ในแถบ Tables เป็นข้อมูลจากระบบการจัดการฐานข้อมูลของโรงพยาบาล เป็นข้อมูลที่มีการเชื่อมโยงการจัดการระบบฐานข้อมูล (database management system) การขอเลือด การตรวจเลือด การเตรียมเลือดและการใช้เลือด ดังแสดงในรูปที่ ก.1 เพื่อนำไปใช้ในการดึงข้อมูลการเตรียมเลือดและการใช้เลือดภายในหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต

รูปที่ ก.1 ขั้นตอนการดึงข้อมูล

ขั้นตอนที่ 2

ดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลของโรงพยาบาล ในแถบของ Create มีฟังชัน Query design ให้เลือก เมื่อเลือก Query design เรียบร้อยจะปรากฏหน้าต่างฐานข้อมูลของโรงพยาบาล ได้แก่ การขอเลือด การตรวจเลือด การเตรียมเลือดและการใช้เลือด เลือกฐานข้อมูลที่ต้องการเก็บ กรณีนี้ยกตัวอย่างการเก็บข้อมูลการเตรียมเลือด ถ้าต้องการเก็บข้อมูลการใช้เลือดให้เลือกฐานข้อมูลการใช้เลือดแทนดังแสดงในรูปที่ ก.2



รูปที่ ก.2 ขั้นตอนการเลือกตารางฐานข้อมูล

ขั้นตอนที่ 3

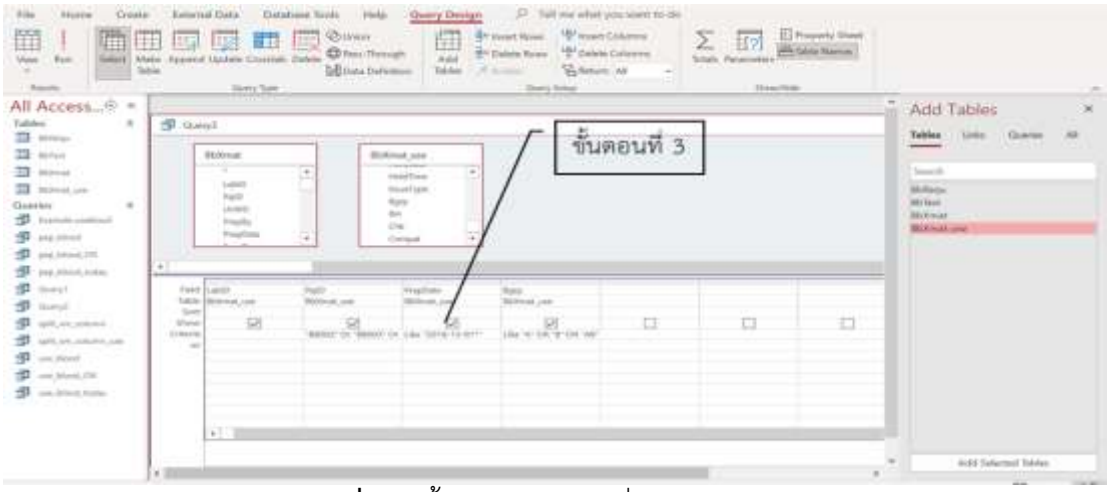
เมื่อเลือกฐานข้อมูลและเลือกข้อมูลย่อยที่ต้องการ ได้แก่ labID, RqlD, PrepDate, Bgrp ของข้อมูลการเตรียมเลือดเรียบร้อย ใส่เงื่อนไขข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการ กรณีนี้ยกตัวอย่างการเตรียมและการใช้เกล็ดเลือด ได้แก่ BB006-เกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม (platelet concentrate) BB068-เกล็ดเลือดจากการเจาะเก็บด้วยวิธีอาเฟอริซิซ (leukocyte depleted platelet apheresis) และ BB072-เกล็ดเลือดที่ขจัดเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte depleted platelet concentrate) วันที่ 1 เดือน ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561 และกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ กรุ๊ปบี กรุ๊ปเอบีและกรุ๊ปโอ การเตรียมและการใช้เม็ดเลือดแดง ได้แก่ BB006-เม็ดเลือดแดงอัดแน่น (packed red cell) BB003-เม็ดเลือดแดงเข้มข้นที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น (leukocyte poor packed red cell) และ BB071-เม็ดเลือดแดงที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการกรอง (leukocyte depleted packed red cell) วันที่ 1 เดือน ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561 และกรุ๊ปเลือดตามระบบเอบีโอ ได้แก่ กรุ๊ปเอ กรุ๊ปบี กรุ๊ปเอบีและกรุ๊ปโอ เขียนเงื่อนไขดังตารางที่ ก.1 และตารางที่ ก.2 มีขั้นตอนการเขียนเงื่อนไขของข้อมูลดังแสดงในรูปที่ ก.3

ตาราง ก.1 เงื่อนไขการดึงข้อมูลสำหรับเกล็ดเลือด

เกล็ดเลือด	
ฐานข้อมูล	**เงื่อนไข**
RqlD	"BB006" OR "BB067" OR "BB072"
Prepdate	Like "2018-12-01*"
Bqrp	Like "A" OR "B" OR "AB" OR "O"

ตาราง ก.2 เงื่อนไขการดึงข้อมูลสำหรับเม็ดเลือดแดง

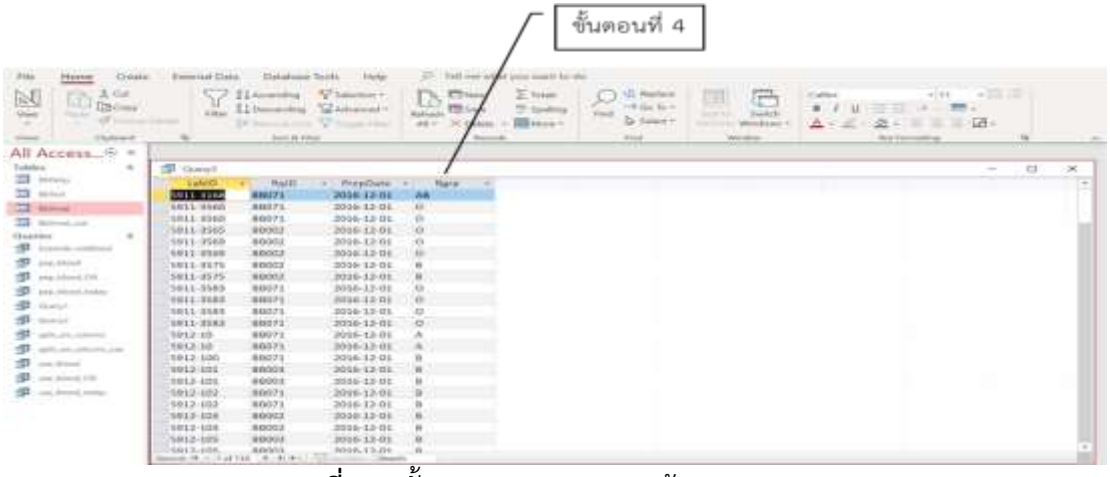
เกล็ดเลือด	
ฐานข้อมูล	**เงื่อนไข**
RqID	"BB002" OR "BB003" OR "BB071"
Prepdate	Like "2018-12-01*"
Bqrp	Like "A" OR "B" OR "AB" OR "O"



รูปที่ ก.3 ขั้นตอนการเขียนเงื่อนไขของข้อมูล

ขั้นตอนที่ 4

เมื่อใส่ข้อมูลที่ต้องการและกำหนดเงื่อนไขเรียบร้อยแล้ว ประมวลผลข้อมูลและนับจำนวนข้อมูลที่ปรากฏในแถบข้อมูลข้างล่างของฐานข้อมูลนั้น ๆ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนต่อไป ดังแสดงในรูปที่ ก.4



รูปที่ ก.4 ขั้นตอนการประมวลผลข้อมูล

ภาคผนวก ข

ข้อมูลเลือดเข้า การเตรียมเลือดและการใช้เลือดของเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง
ตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561

ตาราง ข.1 ข้อมูลเลือดเข้าการเตรียมเลือดและการใช้เลือดของเกล็ดเลือดเข้มข้นที่เตรียมจากโลหิตรวม ตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561

วันที่	เลือดเข้า				การเตรียม				การใช้			
	A	B	AB	O	A	B	AB	O	A	B	AB	O
1/12/61	0	0	0	0	6	0	0	18	6	0	0	12
2/12/61	10	11	7	18	0	6	0	12	0	6	0	12
3/12/61	8	9	3	13	0	3	3	24	0	3	3	18
4/12/61	13	7	2	16	6	12	0	12	6	12	0	12
5/12/61	22	30	10	50	6	8	4	8	6	0	0	6
6/12/61	8	10	0	15	6	6	0	10	6	6	0	6
7/12/61	7	18	4	20	28	18	7	6	28	18	7	0
8/12/61	0	0	0	0	6	6	0	6	6	6	0	6
9/12/61	11	17	4	27	6	28	6	17	6	28	6	17
10/12/61	12	8	6	20	0	6	6	6	0	6	6	6
11/12/61	6	16	2	17	25	17	6	29	15	17	6	29
12/12/61	22	35	4	32	6	6	6	12	6	6	6	6
13/12/61	9	15	5	15	0	12	6	6	0	12	6	6
14/12/61	13	11	2	21	12	6	0	6	12	6	0	6
15/12/61	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	6	0
16/12/61	12	19	0	25	4	6	0	6	4	6	0	6
17/12/61	9	14	3	14	18	0	0	36	12	0	0	36
18/12/61	9	7	8	10	0	0	0	24	0	0	0	24
19/12/61	17	10	2	10	12	0	0	12	6	0	0	12
20/12/61	24	19	5	36	6	6	0	6	6	6	0	6
21/12/61	22	38	12	52	6	24	0	16	6	24	0	16
22/12/61	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	18
23/12/61	10	12	6	24	6	0	6	6	6	0	6	6
24/12/61	9	16	4	24	0	24	0	6	0	24	0	6
25/12/61	24	28	6	25	12	48	0	6	12	42	0	6
26/12/61	12	20	5	22	36	10	2	20	30	10	2	20
27/12/61	32	25	7	31	18	12	0	30	18	12	0	30
28/12/61	19	21	3	39	28	0	12	54	28	0	12	54
29/12/61	0	0	0	0	12	32	6	12	12	32	6	12
30/12/61	10	14	4	25	6	10	0	6	6	10	0	6
31/12/61	0	0	0	0	0	18	0	12	0	18	0	12

ตาราง ข.2 ข้อมูลเลือดเข้าการเตรียมเลือดและการใช้เลือดของเกล็ดเลือดที่ขจัดเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น ตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561

วันที่	เลือดเข้า				การเตรียม				การใช้			
	A	B	AB	O	A	B	AB	O	A	B	AB	O
1/12/61	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
2/12/61	10	11	7	18	0	5	2	4	0	5	2	4
3/12/61	8	9	3	13	0	0	2	0	0	0	2	0
4/12/61	13	7	2	16	0	0	0	0	0	0	0	0
5/12/61	22	30	10	50	0	0	0	0	0	0	0	0
6/12/61	8	10	0	15	0	0	0	5	0	0	0	5
7/12/61	7	18	4	20	1	6	0	12	1	6	0	12
8/12/61	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0
9/12/61	11	17	4	27	0	2	0	1	0	2	0	1
10/12/61	12	8	6	20	6	3	0	12	6	3	0	12
11/12/61	6	16	2	17	0	2	0	25	0	2	0	25
12/12/61	22	35	4	32	0	2	0	6	0	2	0	6
13/12/61	9	15	5	15	0	1	0	0	0	1	0	0
14/12/61	13	11	2	21	0	0	0	0	0	0	0	0
15/12/61	0	0	0	0	0	7	3	6	0	7	3	6
16/12/61	12	19	0	25	0	8	0	0	0	8	0	0
17/12/61	9	14	3	14	6	0	0	6	6	0	0	6
18/12/61	9	7	8	10	0	0	0	0	0	0	0	0
19/12/61	17	10	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0
20/12/61	24	19	5	36	0	0	6	0	0	0	6	0
21/12/61	22	38	12	52	0	0	0	2	0	0	0	2
22/12/61	0	0	0	0	1	0	0	3	1	0	0	3
23/12/61	10	12	6	24	0	12	0	7	0	12	0	7
24/12/61	9	16	4	24	0	0	0	0	0	0	0	0
25/12/61	24	28	6	25	5	1	3	7	5	1	3	7
26/12/61	12	20	5	22	0	1	3	1	0	1	3	1
27/12/61	32	25	7	31	1	6	0	13	0	6	0	13
28/12/61	19	21	3	39	6	0	3	0	6	0	3	0
29/12/61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30/12/61	10	14	4	25	0	0	0	5	0	0	0	5
31/12/61	0	0	0	0	0	1	6	3	0	1	6	3

ตาราง ข.3 ข้อมูลเลือดเข้าการเตรียมเลือดและการใช้เลือดของเกล็ดเลือดจากการเจาะเก็บด้วยวิธีอาเฟอริซิซ ตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561

วันที่	เลือดเข้า				การเตรียม				การใช้			
	A	B	AB	O	A	B	AB	O	A	B	AB	O
1/12/61	0	0	0	0	2	2	0	2	2	2	0	2
2/12/61	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	1	3
3/12/61	2	2	0	3	6	4	0	1	6	4	0	1
4/12/61	0	2	0	1	1	1	3	0	1	1	3	0
5/12/61	0	0	0	0	4	3	1	2	4	3	1	2
6/12/61	3	0	0	1	3	1	0	4	3	1	0	4
7/12/61	2	1	0	2	3	0	1	1	3	0	1	1
8/12/61	0	0	0	0	3	0	1	3	3	0	1	3
9/12/61	0	0	0	0	3	2	1	3	3	2	1	3
10/12/61	0	1	0	0	3	0	0	1	3	0	0	1
11/12/61	3	1	0	2	2	2	3	1	1	2	3	1
12/12/61	3	3	0	1	3	2	1	1	3	2	1	1
13/12/61	1	1	0	0	0	2	0	2	1	1	0	2
14/12/61	0	1	0	0	4	3	1	0	4	3	1	0
15/12/61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16/12/61	0	0	0	0	2	2	0	0	2	2	0	1
17/12/61	2	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0
18/12/61	0	0	0	1	0	4	1	2	0	4	1	2
19/12/61	1	0	0	1	2	2	1	0	2	2	1	0
20/12/61	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1
21/12/61	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1
22/12/61	0	0	0	0	1	0	2	1	1	0	2	1
23/12/61	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
24/12/61	1	0	0	1	2	0	1	1	2	0	1	1
25/12/61	0	0	0	0	1	0	2	0	1	0	2	0
26/12/61	0	0	0	0	2	0	1	0	2	0	0	0
27/12/61	0	0	0	0	1	0	2	1	1	0	2	1
28/12/61	3	3	0	3	1	1	1	1	1	1	1	0
29/12/61	0	0	0	0	2	0	0	1	2	0	0	0
30/12/61	1	1	0	2	3	2	1	1	3	2	1	1
31/12/61	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1

ตาราง ข.4 ข้อมูลเลือดเข้าการเตรียมเลือดและการใช้เลือดของเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561

วันที่	เลือดเข้า				การเตรียม				การใช้			
	A	B	AB	O	A	B	AB	O	A	B	AB	O
1/12/61	0	0	0	0	15	12	7	24	5	4	5	7
2/12/61	12	17	5	20	15	26	10	29	8	12	9	12
3/12/61	5	4	0	14	22	24	10	51	5	7	5	20
4/12/61	4	10	1	10	8	20	4	13	0	10	2	4
5/12/61	21	32	9	48	18	17	7	39	11	3	3	12
6/12/61	6	10	0	9	25	15	8	26	11	4	3	13
7/12/61	13	20	6	18	42	14	7	24	23	8	4	6
8/12/61	0	0	0	0	6	29	0	17	4	14	0	3
9/12/61	9	22	7	29	26	33	7	15	14	24	7	7
10/12/61	13	15	4	23	13	28	5	31	2	14	4	9
11/12/61	6	15	3	11	38	46	7	31	14	21	4	11
12/12/61	19	32	3	30	22	42	3	29	4	12	1	5
13/12/61	10	14	3	12	23	33	5	31	8	18	2	10
14/12/61	13	14	2	13	9	32	4	44	4	12	2	19
15/12/61	0	0	0	0	12	21	2	16	5	8	1	12
16/12/61	17	17	4	30	13	31	0	29	8	9	0	18
17/12/61	12	12	4	10	8	30	2	50	2	15	0	20
18/12/61	8	9	6	12	16	33	7	32	7	15	0	8
19/12/61	13	10	2	10	36	26	2	51	6	9	1	21
20/12/61	27	28	7	55	17	41	2	33	4	19	0	12
21/12/61	27	51	13	58	31	32	3	22	19	18	3	15
22/12/61	0	0	0	0	19	14	7	28	11	7	4	11
23/12/61	16	14	6	28	17	3	4	29	6	1	1	14
24/12/61	6	10	4	24	27	19	5	25	14	11	1	16
25/12/61	17	34	8	26	32	54	4	32	23	31	0	9
26/12/61	13	14	6	19	56	26	1	64	25	18	0	29
27/12/61	32	25	5	37	30	9	2	59	14	4	1	26
28/12/61	14	19	4	30	27	17	0	49	14	4	0	24
29/12/61	0	0	0	0	20	21	1	29	12	15	0	14
30/12/61	11	11	4	26	8	23	4	23	1	12	1	19
31/12/61	0	0	0	0	5	16	0	22	3	7	0	9

ตาราง ข.5 ข้อมูลเลือดเข้าการเตรียมเลือดและการใช้เลือดของเม็ดเลือดแดงเข้มข้นที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการปั่น ตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561

วันที่	เลือดเข้า				การเตรียม				การใช้			
	A	B	AB	O	A	B	AB	O	A	B	AB	O
1/12/61	0	0	0	0	2	4	0	3	1	2	0	1
2/12/61	2	4	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0
3/12/61	4	6	0	4	2	3	5	6	1	1	5	6
4/12/61	10	3	0	7	0	2	0	5	0	1	0	5
5/12/61	10	8	0	17	0	5	3	1	0	2	1	1
6/12/61	4	5	0	9	1	5	0	3	0	4	0	2
7/12/61	1	7	0	8	2	1	1	3	2	1	1	1
8/12/61	0	0	0	0	0	2	0	1	0	2	0	1
9/12/61	3	1	0	8	0	9	1	6	0	7	1	6
10/12/61	4	1	0	5	1	8	1	4	1	2	0	4
11/12/61	1	5	0	9	3	21	2	9	2	10	1	7
12/12/61	9	10	0	11	6	4	5	10	6	4	5	8
13/12/61	1	3	0	7	2	6	0	1	2	4	0	1
14/12/61	5	3	0	11	0	7	0	4	0	1	0	0
15/12/61	0	0	0	0	0	1	0	12	0	1	0	10
16/12/61	1	6	0	7	0	0	0	4	0	0	0	1
17/12/61	4	6	0	5	0	4	0	8	0	2	0	8
18/12/61	3	0	0	2	2	6	0	3	2	4	0	1
19/12/61	6	4	0	4	5	0	0	4	5	0	0	2
20/12/61	8	4	0	6	0	2	0	5	0	2	0	5
21/12/61	3	4	0	7	1	7	0	2	1	6	0	2
22/12/61	0	0	0	0	0	2	0	5	0	1	0	1
23/12/61	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	2
24/12/61	6	7	0	6	3	7	1	0	3	7	1	2
25/12/61	10	8	0	10	7	4	0	5	6	3	0	5
26/12/61	4	11	0	8	3	5	2	12	3	4	0	7
27/12/61	3	5	0	4	4	6	2	6	0	3	2	6
28/12/61	10	11	0	17	0	0	0	3	0	0	0	3
29/12/61	0	0	0	0	3	0	0	3	2	0	0	3
30/12/61	1	4	0	9	5	6	0	0	5	0	0	0
31/12/61	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0	0	2

ตาราง ข.6 ข้อมูลเลือดเข้าการเตรียมเลือดและการใช้เลือดของเม็ดเลือดแดงที่ลดจำนวนเม็ดเลือดขาวด้วยการกรอง ตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561

วันที่	เลือดเข้า				การเตรียม				การใช้			
	A	B	AB	O	A	B	AB	O	A	B	AB	O
1/12/61	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	4
2/12/61	12	17	5	20	5	2	2	9	1	2	0	7
3/12/61	5	4	0	14	12	19	2	23	10	16	1	20
4/12/61	4	10	1	10	5	1	0	7	4	1	0	2
5/12/61	21	32	9	48	0	2	4	10	0	2	3	2
6/12/61	6	10	0	9	3	4	0	9	3	2	0	7
7/12/61	13	20	6	18	1	5	0	10	1	5	0	8
8/12/61	0	0	0	0	2	7	0	0	2	5	0	0
9/12/61	9	22	7	29	0	1	1	5	0	0	1	2
10/12/61	13	15	4	23	0	14	1	1	0	7	1	1
11/12/61	6	15	3	11	4	15	0	5	3	11	0	4
12/12/61	19	32	3	30	4	7	0	10	4	4	0	7
13/12/61	10	14	3	12	3	9	2	5	1	4	2	3
14/12/61	13	14	2	13	1	2	0	3	1	1	0	2
15/12/61	0	0	0	0	0	2	0	3	0	2	0	2
16/12/61	17	17	4	30	4	6	2	2	3	3	2	0
17/12/61	12	12	4	10	9	13	9	27	6	13	7	25
18/12/61	8	9	6	12	4	6	0	7	0	4	0	6
19/12/61	13	10	2	10	6	1	0	7	5	0	0	2
20/12/61	27	28	7	55	6	2	0	13	6	2	0	5
21/12/61	27	51	13	58	0	3	0	12	0	3	0	11
22/12/61	0	0	0	0	2	1	2	4	0	1	1	3
23/12/61	16	14	6	28	0	1	0	5	0	1	0	4
24/12/61	6	10	4	24	11	6	3	42	9	6	3	37
25/12/61	17	34	8	26	2	1	4	5	2	1	4	3
26/12/61	13	14	6	19	4	1	2	8	4	0	1	6
27/12/61	32	25	5	37	3	2	0	8	2	2	0	2
28/12/61	14	19	4	30	2	4	1	1	1	2	1	1
29/12/61	0	0	0	0	2	1	2	6	2	1	0	2
30/12/61	11	11	4	26	4	0	0	2	0	0	0	1
31/12/61	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0

ภาคผนวก ค

การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่มของส่วนประกอบเลือด

ตาราง ค.1 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม PC-A

เลือดเข้า	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การเตรียม	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การใช้	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม
0	6	0.194	0.194	R≤0.194	0	9	0.290	0.290	R≤0.290	0	9	0.290	0.290	R≤0.290
6	1	0.032	0.226	0.194<R≤0.226	4	1	0.032	0.323	0.290<R≤0.323	4	1	0.032	0.323	0.290<R≤0.323
7	1	0.032	0.259	0.226<R≤0.259	6	11	0.355	0.677	0.323<R≤0.677	6	12	0.387	0.710	0.323<R≤0.710
8	2	0.065	0.323	0.259<R≤0.323	12	4	0.129	0.806	0.677<R≤0.806	12	4	0.129	0.839	0.710<R≤0.839
9	4	0.129	0.452	0.323<R≤0.452	18	2	0.065	0.871	0.806<R≤0.871	15	1	0.032	0.871	0.839<R≤0.871
10	3	0.097	0.549	0.452<R≤0.549	25	1	0.032	0.903	0.871<R≤0.903	18	1	0.032	0.903	0.871<R≤0.903
11	1	0.032	0.581	0.549<R≤0.581	28	2	0.065	0.968	0.903<R≤0.968	28	2	0.065	0.968	0.903<R≤0.968
12	3	0.097	0.678	0.581<R≤0.678	36	1	0.032	1.000	0.968<R	30	1	0.032	1.000	0.968<R
13	2	0.065	0.742	0.678<R≤0.742	รวม	31	1.000			รวม	31	1.000		
17	1	0.032	0.775	0.742<R≤0.775										
19	1	0.032	0.807	0.775<R≤0.807										
22	3	0.097	0.904	0.807<R≤0.904										
24	2	0.065	0.968	0.904<R≤0.968										
32	1	0.032	1.000	0.968<R										
รวม	31	1.000												

ตาราง ค.2 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม PC-B

เลือดเข้า	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การเตรียม	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การใช้	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม
0	6	0.194	0.194	R≤0.194	0	7	0.226	0.226	R≤0.226	0	9	0.290	0.290	R≤0.290
7	2	0.065	0.258	0.194<R≤0.258	1	1	0.032	0.258	0.226<R≤0.258	3	1	0.032	0.323	0.290<R≤0.323
8	1	0.032	0.290	0.258<R≤0.290	3	1	0.032	0.290	0.258<R≤0.290	6	8	0.258	0.581	0.323<R≤0.581
9	1	0.032	0.323	0.290<R≤0.323	6	8	0.258	0.548	0.290<R≤0.548	10	2	0.065	0.645	0.581<R≤0.645
10	2	0.065	0.387	0.323<R≤0.387	8	1	0.032	0.581	0.548<R≤0.581	12	3	0.097	0.742	0.645<R≤0.742
11	2	0.065	0.452	0.387<R≤0.452	10	2	0.065	0.645	0.581<R≤0.645	17	1	0.032	0.774	0.742<R≤0.774
12	1	0.032	0.484	0.452<R≤0.484	12	3	0.097	0.742	0.645<R≤0.742	18	2	0.065	0.839	0.774<R≤0.839
14	2	0.065	0.548	0.484<R≤0.548	17	1	0.032	0.774	0.742<R≤0.774	24	2	0.065	0.903	0.839<R≤0.903
15	1	0.032	0.581	0.548<R≤0.581	18	2	0.065	0.839	0.774<R≤0.839	28	1	0.032	0.935	0.903<R≤0.935
16	2	0.065	0.645	0.581<R≤0.645	24	2	0.065	0.903	0.839<R≤0.903	32	1	0.032	0.968	0.935<R≤0.968
17	1	0.032	0.677	0.645<R≤0.677	28	1	0.032	0.935	0.903<R≤0.935	42	1	0.032	1.000	0.968<R
18	1	0.032	0.710	0.677<R≤0.710	32	1	0.032	0.968	0.935<R≤0.968	รวม	31	1.000		
19	2	0.065	0.774	0.710<R≤0.744	48	1	0.032	1.000	0.968<R					
20	1	0.032	0.806	0.744<R≤0.806	รวม	31	1.000							
21	1	0.032	0.839	0.806<R≤0.839										
25	1	0.032	0.871	0.839<R≤0.871										
28	1	0.032	0.903	0.871<R≤0.903										
30	1	0.032	0.935	0.903<R≤0.935										
35	1	0.032	0.968	0.935<R≤0.968										
38	1	0.032	1.000	0.968<R										
รวม	31	1.000												

ตาราง ค.3 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม PC-AB

เลือดเข้า	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การเตรียม	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การใช้	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม
0	8	0.258	0.258	R≤0.258	0	18	0.581	0.581	R≤0.581	0	19	0.613	0.613	R≤0.613
2	4	0.129	0.387	0.258<R≤0.387	2	1	0.032	0.613	0.581<R≤0.613	2	1	0.032	0.645	0.613<R≤0.645
3	3	0.097	0.484	0.387<R≤0.484	3	1	0.032	0.646	0.613<R≤0.646	3	1	0.032	0.678	0.645<R≤0.668
4	5	0.161	0.645	0.484<R≤0.645	4	1	0.032	0.678	0.646<R≤0.678	6	8	0.258	0.936	0.668<R≤0.936
5	3	0.097	0.742	0.645<R≤0.742	6	8	0.258	0.936	0.678<R≤0.936	7	1	0.032	0.968	0.936<R≤0.968
6	3	0.097	0.839	0.742<R≤0.839	7	1	0.032	0.968	0.936<R≤0.968	12	1	0.032	1.000	0.968<R
7	2	0.065	0.903	0.839<R≤0.903	12	1	0.032	1.000	0.968<R	รวม	31	1.000		
8	1	0.032	0.935	0.903<R≤0.935	รวม	31	1.000							
10	1	0.032	0.968	0.935<R≤0.968										
12	1	0.032	1.000	0.968<R										
รวม	31	1.000												

ตาราง ค.4 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม PC-O

เลือดเข้า	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การเตรียม	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การใช้	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม
0	6	0.194	0.194	R≤0.194	0	1	0.032	0.032	R≤0.032	0	2	0.065	0.065	R≤0.065
10	2	0.065	0.259	0.194<R≤0.259	6	11	0.355	0.387	0.032<R≤0.387	6	13	0.419	0.484	0.065<R≤0.484
13	1	0.032	0.291	0.259<R≤0.291	8	1	0.032	0.419	0.387<R≤0.419	12	6	0.194	0.678	0.484<R≤0.678
14	1	0.032	0.323	0.291<R≤0.323	10	1	0.032	0.451	0.419<R≤0.451	16	1	0.032	0.710	0.678<R≤0.710
15	2	0.065	0.388	0.323<R≤0.388	12	6	0.194	0.645	0.451<R≤0.645	17	1	0.032	0.742	0.710<R≤0.742
16	1	0.032	0.420	0.388<R≤0.420	16	1	0.032	0.677	0.645<R≤0.677	18	2	0.065	0.807	0.742<R≤0.807
17	1	0.032	0.452	0.420<R≤0.452	17	1	0.032	0.709	0.677<R≤0.709	20	1	0.032	0.839	0.807<R≤0.839
18	1	0.032	0.484	0.452<R≤0.484	18	2	0.065	0.774	0.709<R≤0.774	24	1	0.032	0.871	0.839<R≤0.871
20	2	0.065	0.549	0.484<R≤0.549	20	1	0.032	0.806	0.774<R≤0.806	29	1	0.032	0.904	0.871<R≤0.904
21	1	0.032	0.581	0.549<R≤0.581	24	2	0.065	0.871	0.806<R≤0.871	30	1	0.032	0.936	0.904<R≤0.936
22	1	0.032	0.613	0.581<R≤0.613	29	1	0.032	0.903	0.871<R≤0.903	36	1	0.032	0.968	0.936<R≤0.968
24	2	0.065	0.678	0.613<R≤0.678	30	1	0.032	0.935	0.903<R≤0.935	54	1	0.032	1.000	0.968<R
25	3	0.097	0.775	0.678<R≤0.775	36	1	0.032	0.967	0.935<R≤0.967	รวม	31	1.000		
27	1	0.032	0.807	0.775<R≤0.807	54	1	0.032	1.000	0.967<R					
31	1	0.032	0.839	0.807<R≤0.839	รวม	31	1.000							
32	1	0.032	0.871	0.839<R≤0.871										
36	1	0.032	0.904	0.871<R≤0.904										
39	1	0.032	0.936	0.904<R≤0.936										
50	1	0.032	0.968	0.936<R≤0.968										
52	1	0.032	1.000	0.968<R										
รวม	31	1.000												

ตาราง ค.5 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LDPC-A

เลือดเข้า	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การเตรียม	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การใช้	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม
0	6	0.194	0.194	R≤0.194	0	24	0.774	0.774	R≤0.774	0	25	0.806	0.806	R≤0.806
6	1	0.032	0.226	0.194<R≤0.226	1	3	0.097	0.871	0.774<R≤0.871	1	2	0.065	0.871	0.806<R≤0.871
7	1	0.032	0.259	0.220<R≤0.259	5	1	0.032	0.903	0.871<R≤0.903	5	1	0.032	0.903	0.871<R≤0.903
8	2	0.065	0.323	0.259<R≤0.323	6	3	0.097	1.000	0.903<R	6	3	0.097	1.000	0.903<R
9	4	0.129	0.452	0.323<R≤0.452	รวม	31	1.000			รวม	31	1.000		
10	3	0.097	0.549	0.452<R≤0.549										
11	1	0.032	0.581	0.549<R≤0.581										
12	3	0.097	0.678	0.581<R≤0.678										
13	2	0.065	0.742	0.678<R≤0.742										
17	1	0.032	0.775	0.742<R≤0.775										
19	1	0.032	0.807	0.775<R≤0.807										
22	3	0.097	0.904	0.807<R≤0.904										
24	2	0.065	0.968	0.904<R≤0.968										
32	1	0.032	1.000	0.968<R										

ตาราง ค.6 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LDPC-B

เลือดเข้า	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การเตรียม	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การใช้	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม
0	6	0.194	0.194	R≤0.194	0	16	0.516	0.516	R≤0.516	0	16	0.516	0.516	R≤0.516
7	2	0.065	0.259	0.194<R≤0.259	1	4	0.129	0.645	0.516<R≤0.645	1	4	0.129	0.645	0.516<R≤0.645
8	1	0.032	0.291	0.259<R≤0.291	2	3	0.097	0.742	0.645<R≤0.742	2	3	0.097	0.742	0.645<R≤0.742
9	1	0.032	0.323	0.291<R≤0.323	3	1	0.032	0.774	0.742<R≤0.774	3	1	0.032	0.774	0.742<R≤0.774
10	2	0.065	0.388	0.323<R≤0.388	4	1	0.032	0.806	0.774<R≤0.806	4	1	0.032	0.806	0.774<R≤0.806
11	2	0.065	0.452	0.388<R≤0.452	5	1	0.032	0.839	0.806<R≤0.839	5	1	0.032	0.839	0.806<R≤0.839
12	1	0.032	0.484	0.452<R≤0.484	6	2	0.065	0.903	0.839<R≤0.903	6	2	0.065	0.903	0.839<R≤0.903
14	2	0.065	0.549	0.484<R≤0.549	7	1	0.032	0.935	0.903<R≤0.935	7	1	0.032	0.935	0.903<R≤0.935
15	1	0.032	0.581	0.549<R≤0.581	8	1	0.032	0.968	0.935<R≤0.968	8	1	0.032	0.968	0.935<R≤0.968
16	2	0.065	0.646	0.581<R≤0.646	12	1	0.032	1.000	0.968<R	12	1	0.032	1.000	0.968<R
17	1	0.032	0.678	0.646<R≤0.678	รวม	31	1.000			รวม	31	1.000		
18	1	0.032	0.710	0.678<R≤0.710										
19	2	0.065	0.775	0.710<R≤0.775										
20	1	0.032	0.807	0.775<R≤0.807										
21	1	0.032	0.839	0.807<R≤0.839										
25	1	0.032	0.871	0.839<R≤0.871										
28	1	0.032	0.904	0.871<R≤0.904										
30	1	0.032	0.936	0.904<R≤0.936										
35	1	0.032	0.968	0.936<R≤0.968										
38	1	0.032	1.000	0.968<R										
รวม	31	1.000												

ตาราง ค.7 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LDPC-AB

เลือดเข้า	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การเตรียม	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การใช้	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม
0	8	0.258	0.258	R≤0.258	0	23	0.742	0.742	R≤0.742	0	23	0.742	0.742	R≤0.742
2	4	0.129	0.387	0.258<R≤0.387	2	2	0.065	0.807	0.742<R≤0.807	2	2	0.065	0.807	0.742<R≤0.807
3	3	0.097	0.484	0.387<R≤0.484	3	4	0.129	0.936	0.807<R≤0.936	3	4	0.129	0.936	0.807<R≤0.936
4	5	0.161	0.645	0.484<R≤0.645	6	2	0.065	1.000	0.936<R	6	2	0.065	1.000	0.936<R
5	3	0.097	0.742	0.645<R≤0.742	รวม	31	1.000			รวม	31	1.000		
6	3	0.097	0.839	0.742<R≤0.839										
7	2	0.065	0.903	0.839<R≤0.903										
8	1	0.032	0.935	0.903<R≤0.935										
10	1	0.032	0.968	0.935<R≤0.968										
12	1	0.032	1.000	0.968<R										
รวม	31	1.000												

ตาราง ค.8 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LDPC-O

เลือดเข้า	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การเตรียม	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การใช้	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม
0	6	0.194	0.194	R≤0.194	0	13	0.419	0.419	R≤0.419	0	13	0.419	0.419	R≤0.419
10	2	0.065	0.259	0.194<R≤0.259	1	3	0.097	0.516	0.419<R≤0.516	1	3	0.097	0.516	0.419<R≤0.516
13	1	0.032	0.291	0.259<R≤0.291	2	1	0.032	0.548	0.516<R≤0.548	2	1	0.032	0.548	0.516<R≤0.548
14	1	0.032	0.323	0.291<R≤0.323	3	2	0.065	0.613	0.548<R≤0.613	3	2	0.065	0.613	0.548<R≤0.613
15	2	0.065	0.388	0.323<R≤0.388	4	1	0.032	0.645	0.613<R≤0.645	4	1	0.032	0.645	0.613<R≤0.645
16	1	0.032	0.420	0.388<R≤0.420	5	2	0.065	0.709	0.645<R≤0.709	5	2	0.065	0.709	0.645<R≤0.709
17	1	0.032	0.452	0.420<R≤0.452	6	3	0.097	0.806	0.709<R≤0.806	6	3	0.097	0.806	0.709<R≤0.806
18	1	0.032	0.484	0.452<R≤0.484	7	2	0.065	0.871	0.806<R≤0.871	7	2	0.065	0.871	0.806<R≤0.871
20	2	0.065	0.549	0.484<R≤0.549	12	2	0.065	0.935	0.871<R≤0.935	12	2	0.065	0.935	0.871<R≤0.935
21	1	0.032	0.581	0.549<R≤0.581	13	1	0.032	0.967	0.935<R≤0.967	13	1	0.032	0.967	0.935<R≤0.967
22	1	0.032	0.613	0.581<R≤0.613	25	1	0.032	1.000	0.967<R	25	1	0.032	1.000	0.967<R
24	2	0.065	0.678	0.613<R≤0.678	รวม	31	1.000			รวม	31	1.000		
25	3	0.097	0.775	0.678<R≤0.775										
27	1	0.032	0.807	0.775<R≤0.807										
31	1	0.032	0.839	0.807<R≤0.839										
32	1	0.032	0.871	0.839<R≤0.871										
36	1	0.032	0.904	0.871<R≤0.904										
39	1	0.032	0.936	0.904<R≤0.936										
50	1	0.032	0.968	0.936<R≤0.968										
52	1	0.032	1.000	0.968<R										
รวม	31	1.000												

ตาราง ค.9 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LDPLT-A

เลือดเข้า	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การเตรียม	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การใช้	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม
0	20	0.645	0.645	R≤0.645	0	8	0.258	0.258	R≤0.258	0	7	0.226	0.226	R≤0.226
1	4	0.129	0.774	0.645<R≤0.774	1	6	0.194	0.452	0.258<R≤0.452	1	8	0.258	0.484	0.226<R≤0.484
2	3	0.097	0.871	0.774<R≤0.871	2	7	0.226	0.677	0.452<R≤0.677	2	6	0.194	0.678	0.484<R≤0.678
3	4	0.129	1.000	0.871<R	3	7	0.226	0.903	0.677<R≤0.903	3	7	0.226	0.903	0.678<R≤0.903
รวม	31	1.000			4	2	0.065	0.968	0.903<R≤0.968	4	2	0.065	0.968	0.903<R≤0.968

ตาราง ค.10 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LDPLT-B

เลือดเข้า	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การเตรียม	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การใช้	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม
0	21	0.677	0.677	R≤0.677	0	15	0.484	0.484	R≤0.484	0	16	0.516	0.516	R≤0.516
1	6	0.194	0.871	0.677<R≤0.871	1	4	0.129	0.613	0.484<R≤0.613	1	4	0.129	0.645	0.516<R≤0.645
2	2	0.065	0.935	0.871<R≤0.935	2	8	0.258	0.871	0.613<R≤0.871	2	7	0.226	0.871	0.645<R≤0.871
3	2	0.065	1.000	0.935<R	3	2	0.065	0.936	0.871<R≤0.936	3	2	0.065	0.935	0.871<R≤0.935
รวม	31	1.000			4	2	0.065	1.000	0.936<R	4	2	0.065	1.000	0.935<R

ตาราง ค.11 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LDPLT -AB

เลือดเข้า	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การเตรียม	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การใช้	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม
0	31	1	1	R≤1	0	10	0.323	0.323	R≤0.323	0	11	0.355	0.355	R≤0.355
					1	16	0.516	0.839	0.323<R≤0.839	1	15	0.484	0.839	0.355<R≤0.839
					2	3	0.097	0.936	0.936<R≤0.936	2	3	0.097	0.936	0.839<R≤0.936
					3	2	0.065	1.000	0.936<R	3	2	0.065	1.000	0.936<R
					รวม	31	1.000			รวม	31	1.000		

ตาราง ค.12 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LDPLT-O

เลือดเข้า	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การเตรียม	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การใช้	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม
0	19	0.613	0.613	R≤0.613	0	8	0.258	0.258	R≤0.258	0	9	0.290	0.290	R≤0.290
1	7	0.226	0.839	0.613<R≤0.839	1	15	0.484	0.742	0.258<R≤0.742	1	14	0.452	0.742	0.290<R≤0.742
2	3	0.097	0.936	0.839<R≤0.936	2	4	0.129	0.871	0.742<R≤0.871	2	4	0.129	0.871	0.742<R≤0.871
3	2	0.065	1.000	0.936<R	3	3	0.097	0.968	0.871<R≤0.968	3	3	0.097	0.967	0.871<R≤0.967
รวม	31	1.000			4	1	0.032	1.000	0.968<R	4	1	0.032	1.000	0.967<R

ตาราง ค.13 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม PRC-A

เลือดเข้า	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การเตรียม	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การใช้	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม
0	6	0.194	0.194	R≤0.194	5	1	0.032	0.032	R≤0.032	1	2	0.065	0.065	R≤0.065
4	1	0.032	0.226	0.194<R≤0.226	6	1	0.032	0.064	0.032<R≤0.064	2	2	0.065	0.130	0.065<R≤0.130
5	1	0.032	0.259	0.226<R≤0.259	8	3	0.097	0.161	0.064<R≤0.161	3	1	0.032	0.162	0.130<R≤0.162
6	3	0.097	0.355	0.259<R≤0.355	9	1	0.032	0.193	0.161<R≤0.193	4	4	0.129	0.291	0.162<R≤0.291
8	1	0.032	0.388	0.355<R≤0.388	12	1	0.032	0.226	0.193<R≤0.226	5	3	0.097	0.388	0.291<R≤0.388
9	1	0.032	0.420	0.388<R≤0.420	13	2	0.065	0.290	0.226<R≤0.290	6	2	0.065	0.452	0.388<R≤0.452
10	1	0.032	0.452	0.420<R≤0.452	15	2	0.065	0.355	0.290<R≤0.355	7	1	0.032	0.484	0.452<R≤0.484
11	1	0.032	0.484	0.452<R≤0.484	16	1	0.032	0.387	0.355<R≤0.387	8	3	0.097	0.581	0.484<R≤0.581
12	2	0.065	0.549	0.484<R≤0.549	17	2	0.065	0.451	0.387<R≤0.451	11	3	0.097	0.678	0.581<R≤0.678
13	5	0.161	0.710	0.549<R≤0.710	18	1	0.032	0.484	0.451<R≤0.484	12	1	0.032	0.710	0.678<R≤0.710
14	1	0.032	0.742	0.710<R≤0.742	19	1	0.032	0.516	0.484<R≤0.516	14	5	0.161	0.871	0.710<R≤0.871
16	1	0.032	0.775	0.742<R≤0.775	20	1	0.032	0.548	0.516<R≤0.548	19	1	0.032	0.904	0.871<R≤0.904
17	2	0.065	0.839	0.775<R≤0.839	22	2	0.065	0.613	0.548<R≤0.613	23	2	0.065	0.968	0.904<R≤0.968
19	1	0.032	0.871	0.839<R≤0.871	23	1	0.032	0.645	0.613<R≤0.645	25	1	0.032	1.000	0.968<R
21	1	0.032	0.904	0.871<R≤0.904	25	1	0.032	0.677	0.645<R≤0.677	รวม	31	1.000		
27	2	0.065	0.968	0.904<R≤0.968	26	1	0.032	0.709	0.677<R≤0.709					
32	1	0.032	1.000	0.968<R	27	2	0.065	0.774	0.709<R≤0.774					
รวม	31	1.000			30	1	0.032	0.806	0.774<R≤0.806					
					31	1	0.032	0.838	0.806<R≤0.838					
					32	1	0.032	0.871	0.838<R≤0.871					
					36	1	0.032	0.903	0.871<R≤0.903					
					38	1	0.032	0.935	0.903<R≤0.935					
					42	1	0.032	0.967	0.935<R≤0.967					
					56	1	0.032	1.000	0.967<R					
					รวม	31	1.000							

ตาราง ค.14 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม PRC-B

เลือดเข้า	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การเตรียม	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การใช้	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม
0	6	0.194	0.194	R≤0.194	3	1	0.032	0.032	R≤0.032	1	1	0.032	0.032	R≤0.032
4	1	0.032	0.226	0.194<R≤0.226	9	1	0.032	0.064	0.032<R≤0.064	3	1	0.032	0.064	0.032<R≤0.064
9	1	0.032	0.259	0.226<R≤0.259	12	1	0.032	0.097	0.064<R≤0.097	4	4	0.129	0.193	0.064<R≤0.193
10	4	0.129	0.388	0.259<R≤0.388	14	2	0.065	0.161	0.097<R≤0.161	7	3	0.097	0.290	0.193<R≤0.290
11	1	0.032	0.420	0.388<R≤0.420	15	1	0.032	0.193	0.161<R≤0.193	8	2	0.065	0.355	0.290<R≤0.355
12	1	0.032	0.452	0.420<R≤0.452	16	1	0.032	0.226	0.193<R≤0.226	9	2	0.065	0.419	0.355<R≤0.419
14	4	0.129	0.581	0.452<R≤0.581	17	2	0.065	0.290	0.226<R≤0.290	10	1	0.032	0.451	0.419<R≤0.451
15	2	0.065	0.646	0.581<R≤0.646	19	1	0.032	0.322	0.290<R≤0.322	11	1	0.032	0.484	0.451<R≤0.484
17	2	0.065	0.710	0.646<R≤0.710	20	1	0.032	0.355	0.322<R≤0.355	12	4	0.129	0.613	0.484<R≤0.613
19	1	0.032	0.742	0.710<R≤0.742	21	2	0.065	0.419	0.355<R≤0.419	14	2	0.065	0.677	0.613<R≤0.677
20	1	0.032	0.775	0.742<R≤0.775	23	1	0.032	0.451	0.419<R≤0.451	15	3	0.097	0.774	0.677<R≤0.774
21	1	0.032	0.807	0.775<R≤0.807	24	1	0.032	0.484	0.451<R≤0.484	18	3	0.097	0.871	0.774<R≤0.871
25	1	0.032	0.839	0.807<R≤0.839	26	3	0.097	0.580	0.484<R≤0.580	19	1	0.032	0.903	0.871<R≤0.903
28	1	0.032	0.871	0.839<R≤0.871	28	1	0.032	0.613	0.580<R≤0.613	21	1	0.032	0.935	0.903<R≤0.935
32	2	0.065	0.936	0.871<R≤0.936	29	1	0.032	0.645	0.613<R≤0.645	24	1	0.032	0.967	0.935<R≤0.967
34	1	0.032	0.968	0.936<R≤0.968	30	1	0.032	0.677	0.645<R≤0.677	31	1	0.032	1.000	0.967<R
51	1	0.032	1.000	0.968<R	31	1	0.032	0.709	0.677<R≤0.709	รวม	31	1.000		
รวม	31	1.000			32	2	0.065	0.774	0.709<R≤0.774					
					33	3	0.097	0.871	0.774<R≤0.871					
					41	1	0.032	0.903	0.871<R≤0.903					
					42	1	0.032	0.935	0.903<R≤0.935					
					46	1	0.032	0.967	0.935<R≤0.967					
					54	1	0.032	1.000	0.967<R					
					รวม	31	1.000							

ตาราง ค.15 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม PRC-AB

เลือดเข้า	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การเตรียม	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การใช้	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม
0	8	0.258	0.258	R≤0.258	1	6	0.194	0.194	R≤0.194	0	10	0.323	0.323	R≤0.323
1	1	0.032	0.290	0.258<R≤0.290	2	5	0.161	0.355	0.194<R≤0.355	1	7	0.226	0.549	0.323<R≤0.549
2	2	0.065	0.355	0.290<R≤0.355	3	2	0.065	0.420	0.355<R≤0.420	2	3	0.097	0.646	0.549<R≤0.646
3	3	0.097	0.452	0.355<R≤0.452	4	5	0.161	0.581	0.4220<R≤0.581	3	3	0.097	0.742	0.646<R≤0.742
4	6	0.194	0.645	0.452<R≤0.645	5	3	0.097	0.678	0.581<R≤0.678	4	4	0.129	0.871	0.742<R≤0.871
5	2	0.065	0.710	0.645<R≤0.710	7	7	0.226	0.904	0.678<R≤0.904	5	2	0.065	0.936	0.871<R≤0.936
6	4	0.129	0.839	0.710<R≤0.839	8	1	0.032	0.936	0.904<R≤0.936	7	1	0.032	0.968	0.936<R≤0.968
7	2	0.065	0.903	0.839<R≤0.903	10	2	0.065	1.000	0.935<R	9	1	0.032	1.000	0.968<R
8	1	0.032	0.935	0.903<R≤0.935	รวม	31	1.000			รวม	31	1.000		
9	1	0.032	0.968	0.935<R≤0.968										
13	1	0.032	1.000	0.968<R										
รวม	31	1.000												

ตาราง ค.16 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม PRC-O

เลือดเข้า	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การเตรียม	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การใช้	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม
0	6	0.194	0.194	R≤0.194	13	1	0.032	0.032	R≤0.032	3	1	0.032	0.032	R≤0.032
9	1	0.032	0.226	0.194<R≤0.226	15	1	0.032	0.064	0.032<R≤0.064	4	1	0.032	0.064	0.032<R≤0.064
10	3	0.097	0.323	0.226<R≤0.323	16	1	0.032	0.097	0.064<R≤0.097	5	1	0.032	0.097	0.064<R≤0.097
11	1	0.032	0.355	0.323<R≤0.355	17	1	0.032	0.129	0.097<R≤0.129	6	1	0.032	0.129	0.097<R≤0.129
12	2	0.065	0.420	0.355<R≤0.420	22	2	0.065	0.193	0.129<R≤0.193	7	2	0.065	0.193	0.129<R≤0.193
13	1	0.032	0.452	0.420<R≤0.452	23	1	0.032	0.226	0.193<R≤0.226	8	1	0.032	0.226	0.193<R≤0.226
14	1	0.032	0.484	0.452<R≤0.484	24	2	0.065	0.290	0.226<R≤0.290	9	3	0.097	0.322	0.226<R≤0.322
18	1	0.032	0.517	0.484<R≤0.517	25	1	0.032	0.322	0.290<R≤0.322	10	1	0.032	0.355	0.322<R≤0.355
19	1	0.032	0.549	0.517<R≤0.549	26	1	0.032	0.355	0.322<R≤0.355	11	2	0.065	0.419	0.355<R≤0.419
20	1	0.032	0.581	0.549<R≤0.581	28	1	0.032	0.387	0.355<R≤0.387	12	4	0.129	0.548	0.419<R≤0.548
23	1	0.032	0.613	0.581<R≤0.613	29	5	0.161	0.548	0.387<R≤0.548	13	1	0.032	0.580	0.548<R≤0.580
24	1	0.032	0.646	0.613<R≤0.646	31	3	0.097	0.645	0.548<R≤0.645	14	2	0.065	0.645	0.580<R≤0.645
26	2	0.065	0.710	0.646<R≤0.710	32	2	0.065	0.709	0.645<R≤0.709	15	1	0.032	0.677	0.645<R≤0.677
28	1	0.032	0.742	0.710<R≤0.742	33	1	0.032	0.742	0.709<R≤0.742	16	1	0.032	0.709	0.677<R≤0.709
29	1	0.032	0.775	0.742<R≤0.775	39	1	0.032	0.774	0.742<R≤0.774	18	1	0.032	0.742	0.709<R≤0.742
30	3	0.097	0.871	0.775<R≤0.871	44	1	0.032	0.806	0.774<R≤0.806	19	2	0.065	0.806	0.742<R≤0.806
37	1	0.032	0.904	0.871<R≤0.904	49	1	0.032	0.838	0.806<R≤0.838	20	2	0.065	0.871	0.806<R≤0.871
48	1	0.032	0.936	0.904<R≤0.936	50	1	0.032	0.871	0.838<R≤0.871	21	1	0.032	0.903	0.871<R≤0.903
55	1	0.032	0.968	0.936<R≤0.968	51	2	0.065	0.935	0.871<R≤0.935	24	1	0.032	0.935	0.903<R≤0.935
58	1	0.032	1.000	0.968<R	59	1	0.032	0.967	0.835<R≤0.967	26	1	0.032	0.967	0.935<R≤0.967
รวม	31	1.000			64	1	0.032	1.000	0.967<R	29	1	0.032	1.000	0.967<R
					รวม	31	1.000			รวม	31	1.000		

ตาราง ค.17 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LPRC-A

เลือดเข้า	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การเตรียม	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การใช้	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม
0	7	0.226	0.230	R≤0.230	0	13	0.419	0.419	R≤0.419	0	15	0.484	0.484	R≤0.484
1	5	0.161	0.391	0.230<R≤0.391	1	4	0.129	0.548	0.419<R≤0.548	1	5	0.161	0.645	0.484<R≤0.645
2	1	0.032	0.424	0.391<R≤0.424	2	5	0.161	0.709	0.548<R≤0.709	2	5	0.161	0.807	0.645<R≤0.807
3	4	0.129	0.553	0.424<R≤0.553	3	4	0.129	0.838	0.709<R≤0.838	3	2	0.065	0.871	0.807<R≤0.871
4	5	0.161	0.714	0.553<R≤0.714	4	1	0.032	0.871	0.838<R≤0.871	5	2	0.065	0.936	0.871<R≤0.936
5	1	0.032	0.746	0.714<R≤0.746	5	2	0.065	0.935	0.871<R≤0.935	6	2	0.065	1.000	0.936<R
6	2	0.065	0.811	0.746<R≤0.811	6	1	0.032	0.967	0.935<R≤0.967	รวม	31	1.000		
8	1	0.032	0.843	0.811<R≤0.843	7	1	0.032	1.000	0.967<R					
9	1	0.032	0.875	0.843<R≤0.875	รวม	31	1.000							
10	4	0.129	1.004	0.875<R										
รวม	31	1.000												

ตาราง ค.18 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LPRC-B

เลือดเข้า	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การเตรียม	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การใช้	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม
0	7	0.226	0.226	R≤0.226	0	6	0.194	0.194	R≤0.194	0	8	0.258	0.258	R≤0.258
1	2	0.065	0.291	0.226<R≤0.291	1	2	0.065	0.259	0.194<R≤0.259	1	6	0.194	0.452	0.258<R≤0.452
3	3	0.097	0.387	0.291<R≤0.387	2	5	0.161	0.420	0.259<R≤0.420	2	6	0.194	0.645	0.452<R≤0.645
4	5	0.161	0.549	0.387<R≤0.549	3	1	0.032	0.452	0.420<R≤0.452	3	2	0.065	0.710	0.645<R≤0.710
5	4	0.129	0.678	0.549<R≤0.678	4	4	0.129	0.581	0.452<R≤0.581	4	5	0.161	0.871	0.710<R≤0.871
6	3	0.097	0.774	0.678<R≤0.774	5	3	0.097	0.678	0.581<R≤0.678	6	1	0.032	0.903	0.871<R≤0.903
7	2	0.065	0.839	0.774<R≤0.839	6	4	0.129	0.807	0.678<R≤0.807	7	2	0.065	0.968	0.903<R≤0.968
8	2	0.065	0.903	0.839<R≤0.903	7	3	0.097	0.904	0.807<R≤0.904	10	1	0.032	1.000	0.968<R
10	1	0.032	0.936	0.903<R≤0.936	8	1	0.032	0.936	0.904<R≤0.936	รวม	31	1.000		
11	2	0.065	1.000	0.936<R	9	1	0.032	0.968	0.936<R≤0.968					
รวม	31	1.000			21	1	0.032	1.000	0.968<R					
					รวม	31	1.000							

ตาราง ค.19 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LPRC-AB

เลือดเข้า	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การเตรียม	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การใช้	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม
0	31	1	1	R≤1	0	21	0.677	0.677	R≤0.677	0	23	0.742	0.742	R≤0.742
รวม	31	1			1	4	0.129	0.806	0.677<R≤0.806	1	5	0.161	0.903	0.742<R≤0.903
					2	3	0.097	0.903	0.806<R≤0.903	2	1	0.032	0.936	0.903<R≤0.936
					3	1	0.032	0.935	0.903<R≤0.935	5	2	0.065	1.000	0.936<R
					5	2	0.065	1.000	0.935<R	รวม	31	1.000		
					รวม	31	1.000							

ตาราง ค.20 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LPRC-O

เลือดเข้า	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การเตรียม	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การใช้	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม
0	6	0.194	0.194	R≤0.194	0	4	0.129	0.129	R≤0.129	0	3	0.097	0.097	R≤0.097
2	1	0.032	0.226	0.194<R≤0.226	1	3	0.097	0.226	0.129<R≤0.226	1	8	0.258	0.355	0.097<R≤0.355
4	4	0.129	0.355	0.226<R≤0.355	2	2	0.065	0.290	0.226<R≤0.290	2	6	0.194	0.549	0.355<R≤0.549
5	3	0.097	0.452	0.355<R≤0.452	3	6	0.194	0.484	0.290<R≤0.484	3	2	0.065	0.613	0.549<R≤0.613
6	2	0.065	0.517	0.452<R≤0.517	4	4	0.129	0.613	0.484<R≤0.613	4	1	0.032	0.645	0.613<R≤0.645
7	4	0.129	0.646	0.517<R≤0.646	5	4	0.129	0.742	0.613<R≤0.742	5	3	0.097	0.742	0.645<R≤0.742
8	3	0.097	0.742	0.646<R≤0.742	6	3	0.097	0.839	0.742<R≤0.839	6	3	0.097	0.839	0.742<R≤0.839
9	3	0.097	0.839	0.742<R≤0.839	8	1	0.032	0.871	0.839<R≤0.871	7	2	0.065	0.903	0.839<R≤0.903
10	1	0.032	0.871	0.839<R≤0.871	9	1	0.032	0.903	0.871<R≤0.903	8	2	0.065	0.968	0.903<R≤0.968
11	2	0.065	0.936	0.871<R≤0.936	10	1	0.032	0.935	0.903<R≤0.935	10	1	0.032	1.000	0.968<R
17	2	0.065	1.000	0.936<R	12	2	0.065	1.000	0.935<R	รวม	31	1.000		
รวม	31	1.000			รวม	31	1.000							

ตาราง ค.21 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LDPRC-A

เลือดเข้า	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การเตรียม	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การใช้	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม
0	6	0.194	0.194	R≤0.194	0	7	0.226	0.226	R≤0.226	0.000	11	0.355	0.355	R≤0.355
4	1	0.032	0.226	0.194<R≤0.226	1	2	0.065	0.291	0.226<R≤0.291	1.000	5	0.161	0.516	0.355<R≤0.516
5	1	0.032	0.259	0.226<R≤0.259	2	6	0.194	0.484	0.291<R≤0.484	2.000	4	0.129	0.645	0.516<R≤0.645
6	3	0.097	0.355	0.259<R≤0.355	3	3	0.097	0.581	0.484<R≤0.581	3	3	0.097	0.742	0.645<R≤0.742
8	1	0.032	0.388	0.355<R≤0.388	4	6	0.194	0.774	0.581<R≤0.774	4	3	0.097	0.839	0.742<R≤0.839
9	1	0.032	0.420	0.388<R≤0.420	5	2	0.065	0.839	0.774<R≤0.839	5	1	0.032	0.871	0.849<R≤0.871
10	1	0.032	0.452	0.420<R≤0.452	6	2	0.065	0.903	0.839<R≤0.903	6	2	0.065	0.936	0.871<R≤0.936
11	1	0.032	0.484	0.452<R≤0.484	9	1	0.032	0.936	0.903<R≤0.936	9	1	0.032	0.968	0.936<R≤0.968
12	2	0.065	0.549	0.484<R≤0.549	11	1	0.032	0.968	0.936<R≤0.968	10	1	0.032	1.000	0.968<R
13	5	0.161	0.710	0.549<R≤0.710	12	1	0.032	1.000	0,968<R	รวม	31	1.000		
14	1	0.032	0.742	0.710<R≤0.742	รวม	31	1.000							
16	1	0.032	0.775	0.742<R≤0.755										
17	2	0.065	0.839	0.755<R≤0.839										
19	1	0.032	0.871	0.839<R≤0.871										
21	1	0.032	0.904	0.871<R≤0.904										
27	2	0.065	0.968	0.904<R≤0.968										
32	1	0.032	1.000	0.968<R										
รวม	31	1.000												

ตาราง ค.22 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LDPRC-B

เลือดเข้า	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การเตรียม	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การใช้	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม
0	6	0.194	0.194	R≤0.914	0	3	0.097	0.097	R≤0.097	0	6	0.194	0.194	R≤0.194
4	1	0.032	0.226	0.914<R≤0.226	1	8	0.258	0.355	0.097<R≤0.355	1	6	0.194	0.388	0.194<R≤0.388
9	1	0.032	0.259	0.226<R≤0.259	2	6	0.194	0.549	0.055<R≤0.549	2	7	0.226	0.613	0.388<R≤0.613
10	4	0.129	0.388	0.259<R≤0.388	3	1	0.032	0.581	0.549<R≤0.581	3	2	0.065	0.678	0.613<R≤0.678
11	1	0.032	0.420	0.388<R≤0.420	4	2	0.065	0.645	0.581<R≤0.645	4	3	0.097	0.775	0.678<R≤0.775
12	1	0.032	0.452	0.420<R≤0.452	5	1	0.032	0.678	0.645<R≤0.678	5	2	0.065	0.839	0.775<R≤0.839
14	4	0.129	0.581	0.452<R≤0.581	6	3	0.097	0.774	0.678<R≤0.774	6	1	0.032	0.871	0.839<R≤0.871
15	2	0.065	0.646	0.581<R≤0.646	7	2	0.065	0.839	0.774<R≤0.839	7	1	0.032	0.904	0.871<R≤0.904
17	2	0.065	0.710	0.646<R≤0.710	9	1	0.032	0.871	0..839<R≤0.871	11	1	0.032	0.936	0.904<R≤0.936
19	1	0.032	0.742	0.710<R≤0.742	13	1	0.032	0.903	0.871<R≤0.903	13	1	0.032	0.968	0.936<R≤0.968
20	1	0.032	0.775	0.742<R≤0.775	14	1	0.032	0.936	0.903<R≤0.936	16	1	0.032	1.000	0.968<R
22	1	0.032	0.807	0.775<R≤0.807	15	1	0.032	0.968	0.936<R≤0.968	รวม	31	1.000		
25	1	0.032	0.839	0.807<R≤0.839	19	1	0.032	1.000	0.968<R					
28	1	0.032	0.871	0.839<R≤0.871	รวม	31	1.000							
32	2	0.065	0.936	0.871<R≤0.936										
34	1	0.032	0.968	0.936<R≤0.968										
51	1	0.032	1.000	<R										
รวม	31	1.000												

ตาราง ค.23 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LDPRC-AB

เลือดเข้า	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การเตรียม	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การใช้	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม
0	8	0.258	0.258	R≤0.258	0	17	0.548	0.548	R≤0.548	0	19	0.613	0.613	R≤0.613
1	1	0.032	0.290	0.258<R≤0.290	1	3	0.097	0.645	0.548<R≤0.645	1	6	0.194	0.807	0.613<R≤0.807
2	2	0.065	0.355	0.290<R≤0.355	2	7	0.226	0.871	0.645<R≤0.871	2	2	0.065	0.871	0.807<R≤0.871
3	3	0.097	0.452	0.355<R≤0.452	3	1	0.032	0.903	0.871<R≤0.903	3	2	0.065	0.936	0.871<R≤0.936
4	6	0.194	0.645	0.452<R≤0.645	4	2	0.065	0.967	0.903<R≤0.967	4	1	0.032	0.968	0.936<R≤0.968
5	2	0.065	0.710	0.645<R≤0.710	9	1	0.032	1.000	0.967<R	7	1	0.032	1.000	0.968<R
6	4	0.129	0.839	0.710<R≤0.839	รวม	31	1.000			รวม	31	1.000		
7	2	0.065	0.903	0.839<R≤0.903										
8	1	0.032	0.935	0.903<R≤0.935										
9	1	0.032	0.968	0.935<R≤0.968										
13	1	0.032	1.000	0.968<R										
รวม	31	1.000												

ตาราง ค.24 การสร้างเงื่อนไขตัวแปรสุ่ม LDPRC-O

เลือดเข้า	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การเตรียม	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม	การใช้	ความถี่	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงของตัวเลขสุ่ม
0	6	0.194	0.194	R≤0.194	0	2	0.065	0.065	R≤0.065	0	3	0.097	0.097	R≤0.097
9	1	0.032	0.226	0.194<R≤0.226	1	2	0.065	0.130	0.065<R≤0.130	1	3	0.097	0.194	0.097<R≤0.194
10	3	0.097	0.323	0.226<R≤0.323	2	2	0.065	0.194	0.130<R≤0.194	2	8	0.258	0.452	0.194<R≤0.452
11	1	0.032	0.355	0.323<R≤0.355	3	2	0.065	0.259	0.194<R≤0.259	3	3	0.097	0.549	0.452<R≤0.549
12	2	0.065	0.420	0.355<R≤0.420	4	1	0.032	0.291	0.259<R≤0.291	4	3	0.097	0.645	0.549<R≤0.645
13	1	0.032	0.452	0.420<R≤0.452	5	5	0.161	0.452	0.291<R≤0.452	5	1	0.032	0.678	0.645<R≤0.678
14	1	0.032	0.484	0.452<R≤0.484	6	1	0.032	0.484	0.452<R≤0.484	6	2	0.065	0.742	0.678<R≤0.742
18	1	0.032	0.517	0.484<R≤0.517	7	4	0.129	0.613	0.484<R≤0.613	7	3	0.097	0.839	0.742<R≤0.839
19	1	0.032	0.549	0.510<R≤0.549	8	2	0.065	0.678	0.613<R≤0.678	8	1	0.032	0.871	0.839<R≤0.871
20	1	0.032	0.581	0.549<R≤0.581	9	2	0.065	0.742	0.678<R≤0.742	11	1	0.032	0.903	0.871<R≤0.903
23	1	0.032	0.613	0.581<R≤0.613	10	3	0.097	0.839	0.742<R≤0.839	20	1	0.032	0.936	0.903<R≤0.936
24	1	0.032	0.646	0.613<R≤0.646	12	1	0.032	0.871	0.839<R≤0.871	25	1	0.032	0.968	0.936<R≤0.968
26	2	0.065	0.710	0.646<R≤0.710	13	1	0.032	0.904	0.871<R≤0.904	37	1	0.032	1.000	0.968<R
28	1	0.032	0.742	0.710<R≤0.742	23	1	0.032	0.936	0.904<R≤0.936	รวม	31	1.000		
29	1	0.032	0.775	0.742<R≤0.775	27	1	0.032	0.968	0.936<R≤0.968					
30	3	0.097	0.871	0.775<R≤0.871	42	1	0.032	1.000	0.968<R					
37	1	0.032	0.904	0.871<R≤0.904	รวม	31	1.000							
48	1	0.032	0.936	0.904<R≤0.936										
55	1	0.032	0.968	0.936<R≤0.968										
58	1	0.032	1.000	0.968<R										
รวม	31	1.000												

ภาคผนวก ง

เลือดเข้า การเตรียม การใช้เลือดและเลือดหมดอายุของเกล็ดเลือดและเม็ดเลือดแดง ตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 มกราคม ปี พ.ศ. 2564

ตาราง ง.1 เลือดเข้า การเตรียม การใช้เลือดและเลือดหมดอายุของเกล็ดเลือด PC-ABO ตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 มกราคม ปี พ.ศ. 2564

เกล็ดเลือด																
วันที่	เลือดเข้า				การเตรียมเลือด				การใช้เลือด				เลือดหมดอายุ			
	PC (A)	PC (B)	PC (AB)	PC (O)	PC (A)	PC (B)	PC (AB)	PC (O)	PC (A)	PC (B)	PC (AB)	PC (O)	PC (A)	PC (B)	PC (AB)	PC (O)
1	33	43	13	56	0	0	5	12	0	0	5	12				
2	14	16	4	19	0	6	0	0	0	6	0	0				
3	14	19	3	24	9	10	1	8	9	10	1	8				
4	12	13	9	20	6	6	9	16	6	6	9	10				
5	14	9	3	20	5	12	6	12	5	12	6	12				
6	9	12	5	12	9	6	0	20	9	6	0	20				1
7	25	29	2	27	15	18	0	12	15	18	0	12				9
8	8	8	2	20	22	24	6	0	22	24	6	0				
9	0	0	0	0	6	0	0	0	6	0	0	0				
10	12	9	2	25	6	0	0	0	6	0	0	0				1
11	18	17	5	14	12	12	0	6	6	12	0	6				14
12	21	17	1	13	6	12	0	30	12	12	0	30				4
13	30	33	9	25	12	18	10	18	12	18	10	18	2	2		18
14	20	20	9	8	6	11	6	12	6	11	6	12	2	2		20
15	7	13	5	18	4	12	0	12	4	12	0	12	4			4
16	19	13	2	18	6	0	6	6	6	0	6	6				1
17	13	28	6	27	14	0	0	12	14	0	0	12		1		1
18	11	12	3	21	12	7	6	24	12	7	6	24				2
19	11	19	0	17	12	6	6	6	12	6	6	0			2	6
20	27	30	4	20	18	58	0	24	18	58	0	30	4		3	23
21	15	20	4	28	28	18	0	30	28	18	0	30	1		2	5
22	25	35	2	45	16	18	6	6	16	18	6	6			8	
23	10	13	3	20	0	0	0	12	0	0	0	12	3			
24	21	19	7	20	6	12	6	6	6	12	6	6	1			
25	6	10	3	15	36	6	0	18	36	6	0	18	1			
26	23	14	6	33	12	6	0	44	12	6	0	44				
27	14	17	9	31	42	22	6	30	42	22	6	30				
28	10	11	4	16	30	6	6	18	30	6	6	18				
29	11	15	3	18	12	12	0	12	12	12	0	12				
30	10	9	5	16	6	0	0	0	6	0	0	0				1
31	13	22	2	19	12	21	3	6	12	21	3	6				

ตาราง ง.2 เลือดเข้า การเตรียม การใช้และเลือดหมดอายุของเม็ดเลือดแดง PRC-ABO ตั้งแต่วันที่ 1 ถึง 31 มกราคม ปี พ.ศ. 2564

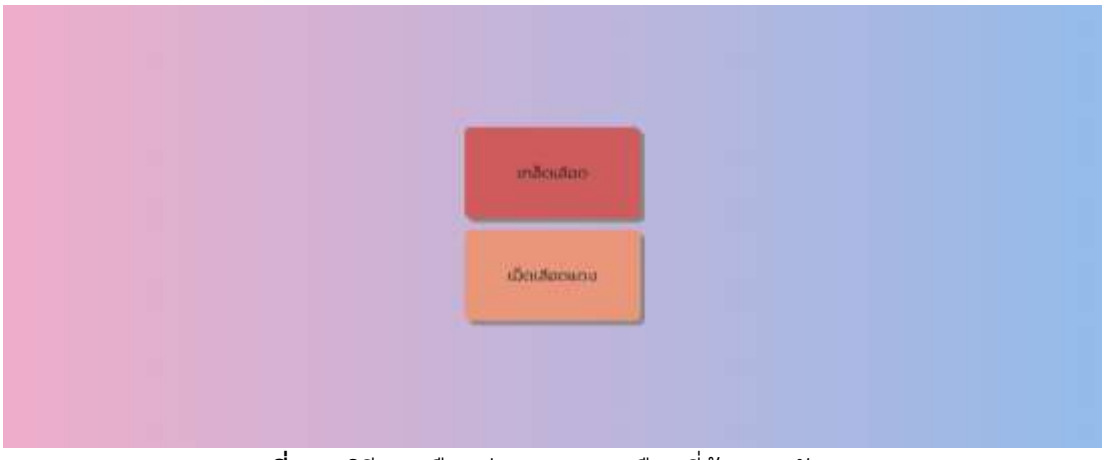
เม็ดเลือดแดง																
วันที่	เลือดเข้า				การเตรียมเลือด				การใช้เลือด				เลือดหมดอายุ			
	PRC (A)	PRC (B)	PRC (AB)	PRC (O)	PRC (A)	PRC (B)	PRC (AB)	PRC (O)	PRC (A)	PRC (B)	PRC (AB)	PRC (O)	PRC (A)	PRC (B)	PRC (AB)	PRC (O)
1	100	123	31	177	10	20	2	16	3	7	1	10		1		1
2	10	12	3	17	11	11	8	19	5	4	4	19				
3	13	21	3	25	19	11	12	22	3	6	6	9		1		
4	4	8	0	4	26	39	7	46	23	15	13	18		1		
5	6	3	1	6	28	26	7	18	21	22	1	26				
6	3	21	2	10	25	27	15	26	15	19	9	17				
7	21	10	2	30	26	12	1	40	15	20	6	26		1		
8	4	0	2	10	31	14	4	18	28	12	9	25		3		2
9	0	5	0	0	14	6	8	5	18	6	3	2				
10	9	3	3	21	14	10	2	38	8	4	6	6		2		
11	5	10	1	11	15	28	7	44	3	14	0	37				
12	10	25	0	3	25	37	4	34	12	21	1	36				
13	26	21	10	38	10	11	5	18	17	14	3	14				
14	19	7	7	22	15	27	7	32	10	12	4	28				
15	8	15	3	21	14	22	2	18	11	15	1	21				
16	18	30	0	22	9	5	0	22	10	3	1	12				
17	19	5	7	44	30	11	16	37	7	4	1	25				
18	2	8	2	4	31	25	5	43	27	14	13	17		1		
19	4	39	1	11	32	57	8	43	20	46	3	39				
20	32	6	11	51	33	62	8	50	26	42	8	25				
21	3	26	1	10	33	27	6	32	28	15	1	38				1
22	18	14	9	29	20	12	6	28	25	19	10	15				2
23	15	26	4	18	6	22	4	19	4	11	0	15				
24	18	5	7	21	24	30	8	36	7	5	2	9	2	2		
25	2	21	0	9	29	22	6	25	15	19	9	27				1
26	23	2	8	28	22	29	15	32	26	22	1	20	1			
27	3	9	4	7	45	36	10	29	39	22	12	26		1		
28	5	6	3	10	35	39	9	33	19	29	14	14		3		
29	4	4	0	13	30	13	6	19	41	22	6	24				
30	7	30	3	16	2	6	8	11	3	5	5	8				
31	14	0	1	21	18	17	14	26	4	5	6	17				

ภาคผนวก จ

วิธีการใช้โปรแกรมเว็บแอพพลิเคชั่นการจัดการคลังเลือด

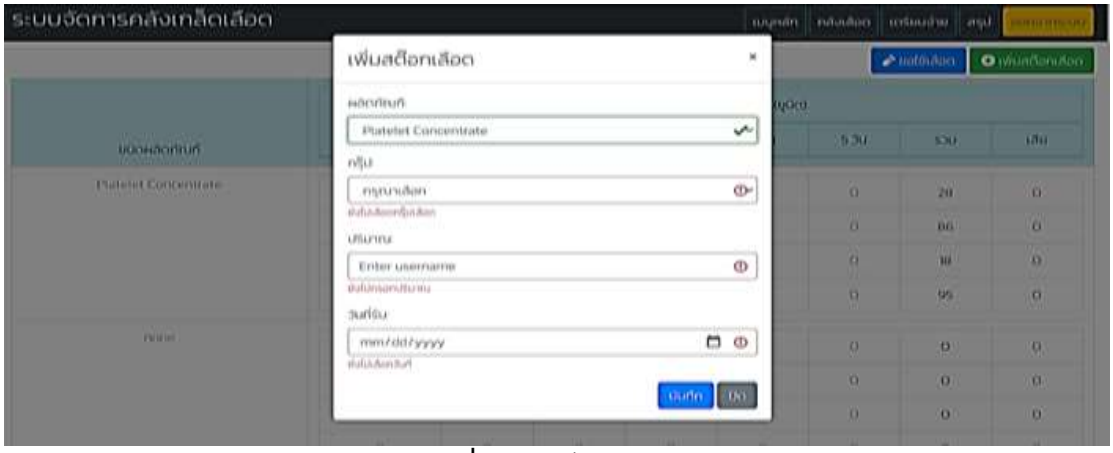
รูปที่ จ.1 วิธีการเปิดโปรแกรมเว็บแอพพลิเคชั่น XAMPP Control Panel v3.2.4

รูปที่ จ.2 วิธีการเข้าสู่ระบบการจัดการคลังเลือด

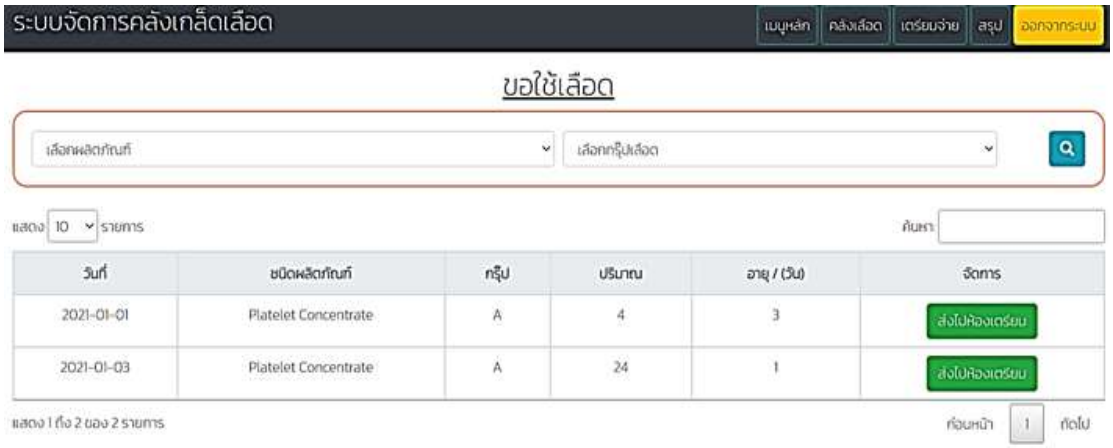


รูปที่ จ.3 วิธีการเลือกส่วนประกอบเลือดที่ต้องการจัดการ

รูปที่ จ.4 ระบบการจัดการเกล็ดเลือด

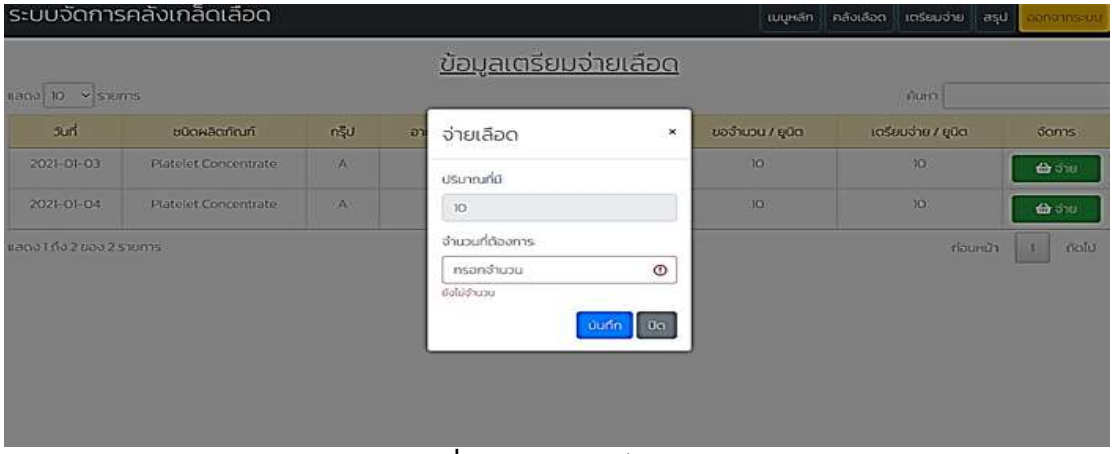


รูปที่ จ.5 เกล็ดเลือดเข้า

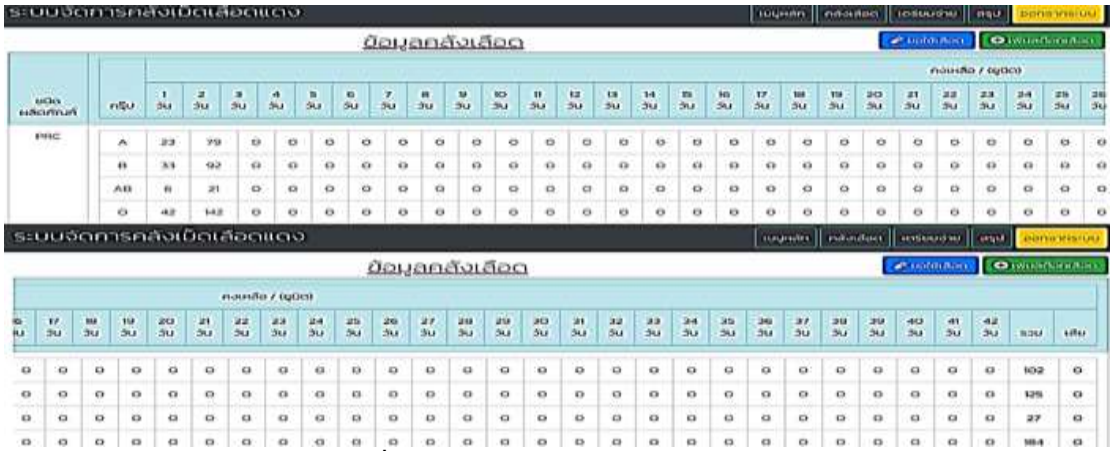


รูปที่ จ.6 การขอเกล็ดเลือด

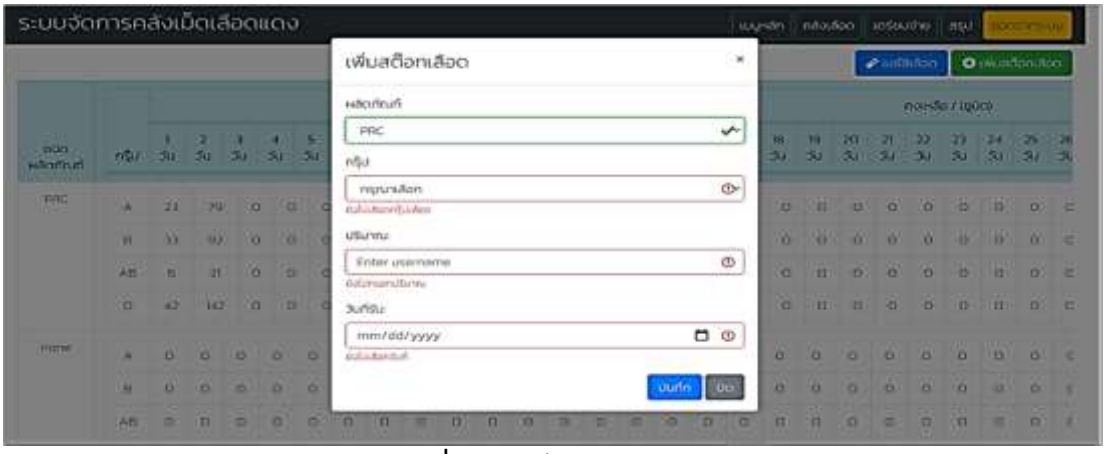
รูปที่ จ.7 การเตรียมเกล็ดเลือด



รูปที่ จ.8 การใช้เกล็ดเลือด



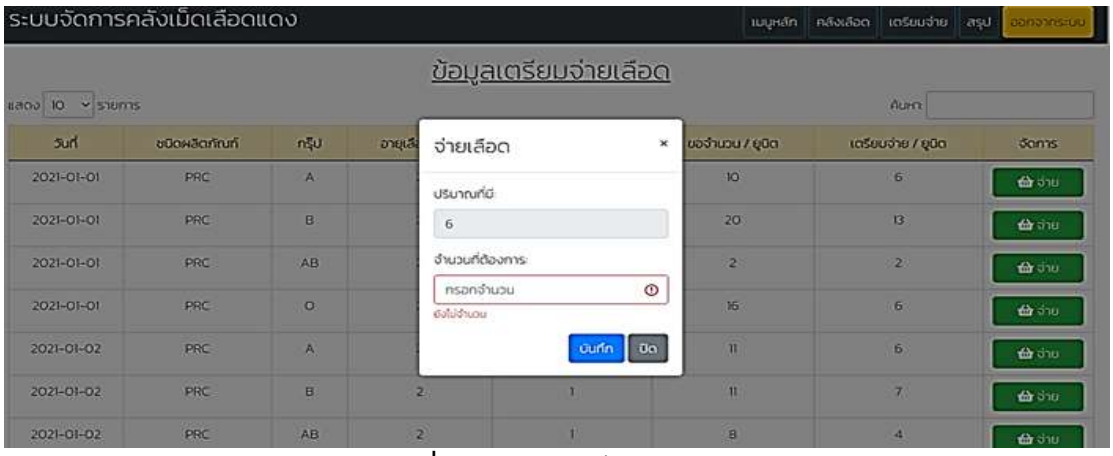
รูปที่ จ.9 ระบบการจัดการเม็ดเลือดแดง



รูปที่ จ.10 เม็ดเลือดแดงเข้า

รูปที่ จ.11 การขอเม็ดเลือดแดง

รูปที่ จ.12 การเตรียมเม็ดเลือดแดง



รูปที่ จ.13 การใช้เม็ดเลือดแดง

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวอิฟฟะห์ มะเกะ

รหัสประจำตัวนักศึกษา 6110120023

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมออกแบบผลิตภัณฑ์)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	2560

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับในระหว่างการศึกษา)

- ทุนบัณฑิตศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาโท ปีการศึกษา 2562 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- ทุนอุดหนุนการวิจัย ระดับปริญญาโท ปีการศึกษา 2562 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

อิฟฟะห์ มะเกะ, เสกสรร สุธรรมานนท์, พรนภัส สุระสมบัติพัฒนา, วรากร เพชรเกลี้ยง, จิรัสม์ตชา นิลโมจน์, และนภิสพร มีมงคล. (2563). การลดปริมาณเกล็ดเลือดหมดอายุ กรณีศึกษาหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต โรงพยาบาลสงขลานครินทร์. การประชุมวิชาการครั้งที่ 4 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา, 349-356.

อิฟฟะห์ มะเกะ, เสกสรร สุธรรมานนท์, สมนรพรรษ สุระสมบัติพัฒนา, วรากร เพชรเกลี้ยง, จิรัสม์ตชา นิลโมจน์, และนภิสพร มีมงคล. (2565). การลดปริมาณเลือดหมดอายุ กรณีศึกษาหน่วยงานคลังเลือดและเวชศาสตร์บริการโลหิต โรงพยาบาลสงขลานครินทร์. วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ., 15(4).