

ประสิทธิผลของการเตรียม single donor platelet ชนิด double dose
ด้วยเครื่องอัตโนมัติระบบ continuous flow และ intermittent flow

Effectiveness of double dose in single donor platelet preparation
by the automated blood cell separators in continuous and intermittent flow system

■ วรangkan โสพลสิขิต* พิเชษฐ์ เวียงหมก
Warangkana Soloslikit* Pichet Vienghok

กลุ่มงานพยาธิวิทยาคลินิก โรงพยาบาลแพร่ จ. แพร่
Division of Clinical Pathology, Phrae Hospital, Phrae Province, Thailand

* ผู้รับผิดชอบบทความ (Email: solwarang@gmail.com)
* Corresponding author (Email: solwarang@gmail.com)

Received July 2016
Accepted as revised August 2016

Abstract

Background: To prepare single donor platelet (SDP) with good quality and sufficient quantity, beside safety to donors and patients, efficient and less costly automate blood cell separators also be considered.

Objectives: To study the double-dose SDP products prepared from two automated blood cell separators having different principles. To compare platelet products in donors before, immediately after donation, and two weeks after donation. To evaluate change of average cost after double dose SDP preparation was implemented.

Materials and methods: Semi-randomized study was performed in double-dose platelet donor (2 groups of 45 donors) in Blood Bank Unit, Phrae Hospital during March to September 2015. Two automated blood cell separators, continuous flow: Trima Accel® and intermittent flow: Haemonetics MCS plus /UPP® systems were compared in terms of platelet products, pre/post-count platelets and hematologic values before, immediately, and two weeks after donation. Operation and efficiency of machine as well as average cost per dose of SDP preparation in 2013–2015 were also studied.

Results: Quality and yield of platelet products obtained from Trima Accel® were significantly greater than those from Haemonetics MCS plus/UPP®; volume 444.0 ± 41.5 mL, platelet yield $6.2 \pm 0.6 \times 10^{11}$ cells, platelet 11.4 ± 1.2 units for Trima Accel® and volume 385.1 ± 87.1 mL, platelet yield $5.5 \pm 0.7 \times 10^{11}$ cells, platelet 9.6 ± 2.2 units for Haemonetics MCS plus/UPP® ($p < 0.001$). After two weeks of donation, donors using Trima Accel® had significantly higher post-count platelet than those of Haemonetics MCS plus/UPP®. Collection efficiency of Trima Accel® was significantly higher than Haemonetics MCS plus/UPP® ($p = 0.042$). Processing time per procedure of Trima Accel® and Haemonetics MCS plus/UPP® was averagely 82.3 ± 13.7 minutes and 85.6 ± 21.6 minutes, respectively, with no statistical significance. In 2015, cost per dose of SDP preparation for patients in Phrae Hospital decreased to 24.7% after increasing double dose SDP products to 34.8%.

Conclusion: Platelet yield products from Trima Accel® was superior to those from Haemonetics MCS plus/UPP®. After two weeks, double dose SDP donors donated by Trima Accel® had increased post-count platelets, suggesting that repeat donation can be done before four weeks. Both blood cell separators has no difference in processing time per procedure and double dose SDP preparation decreased cost of management.

Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2016; 49(3): 400-411

Keywords: Single donor platelet, double dose, pre-count platelets, post-count platelets, platelet yield

บทคัดย่อ

บทนำ: การเตรียมผลิตภัณฑ์เกล็ดเลือดชนิด single donor platelet (SDP) ที่มีคุณภาพและปริมาณเพียงพอสำหรับผู้ป่วย นอกจากคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริจาคและผู้ป่วยแล้ว ควรเลือกใช้เวชภัณฑ์และเครื่องมืออย่างเหมาะสม มีประสิทธิภาพและประหยัดต้นทุนค่าใช้จ่าย

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาผลิตภัณฑ์เกล็ดเลือด SDP ชนิด double dose ที่เตรียมจากเครื่องมืออัตโนมัติ 2 ระบบที่มีหลักการทำงานต่างกัน เปรียบเทียบปริมาณเกล็ดเลือดก่อนและหลังบริจาคทันที หลังบริจาคครบสองสัปดาห์ และวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เปลี่ยนแปลงหลังเพิ่มเกล็ดเลือดชนิด double dose ให้ผู้ป่วย

วิธีการศึกษา: ศึกษาแบบ semi-randomized ในผู้บริจาคเกล็ดเลือดชนิด double dose ที่งานธนาคารเลือด โรงพยาบาลแพรหว่างเดือนมีนาคม ถึง กันยายน 2558 ด้วยเครื่องมืออัตโนมัติ 2 ระบบได้แก่ continuous flow: Trima Accel® และ Intermittent flow : Haemonetics MCS plus/UPP® โดยแบ่งกลุ่มผู้ใช้เครื่องมือกลุ่มละ 45 ราย วิเคราะห์ปริมาณ คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ ปริมาณเกล็ดเลือด และค่า hematological value ในผู้บริจาคก่อนและหลังการบริจาค และหลังบริจาคครบสองสัปดาห์ รวมถึงศึกษาลักษณะการทำงานและประสิทธิภาพของเครื่องมือเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายปี 2556 ถึง 2558

ผลการศึกษา: ผลิตภัณฑ์เกล็ดเลือดที่ได้จากเครื่อง Trima Accel® มีคุณภาพและปริมาณมากกว่า โดยมีปริมาตรเฉลี่ย 444.0 ± 41.5 มล. Platelet yield $6.2 \pm 0.6 \times 10^{11}$ เซลล์ จำนวนเกล็ดเลือด 11.4 ± 1.2 ยูนิต ส่วนเครื่อง Haemonetics MCS plus /UPP® มีปริมาตรเฉลี่ย 385.1 ± 87.1 มล. Platelet yield $5.5 \pm 0.7 \times 10^{11}$ เซลล์ จำนวนเกล็ดเลือด 9.6 ± 2.2 ยูนิต ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) หลังบริจาคเกล็ดเลือดครบ 2 สัปดาห์ กลุ่มที่ใช้เครื่อง Trima Accel® มีปริมาณ post-count platelet สูงกว่ากลุ่มที่ใช้เครื่อง Haemonetics MCS plus/UPP® อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เครื่อง Trima Accel® มีประสิทธิภาพการทำงานสูงกว่าเครื่อง Haemonetics MCS plus/UPP® ($p = 0.042$) โดยเครื่อง Trima Accel® และเครื่อง Haemonetics MCS plus/UPP® ใช้เวลาทำงานต่อกระบวนการเฉลี่ย 82.3 ± 13.7 นาที และ 85.6 ± 21.6 นาที ตามลำดับ ไม่แตกต่างกัน และในปี 2558 มีค่าใช้จ่ายการเตรียม SDP ต่อ 1 ยูนิตลดลงร้อยละ 24.7 หลังจากเพิ่มปริมาณการเตรียมเกล็ดเลือดชนิด double dose เป็นร้อยละ 34.8

สรุปผลการศึกษา: เกล็ดเลือดที่ได้จากเครื่อง Trima Accel® มีคุณภาพและปริมาณสูงกว่าเครื่อง Haemonetics MCS plus/UPP® หลังครบสองสัปดาห์ผู้ที่บริจาคเกล็ดเลือดด้วยเครื่อง Trima Accel® มีปริมาณเกล็ดเลือดเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากกว่าจากประสิทธิภาพการทำงานในการแยกและเก็บเกล็ดเลือดของเครื่องมือ จึงแนะนำให้ผู้บริจาคกลับมาบริจาคซ้ำได้ก่อนครบสี่สัปดาห์ ทั้งสองเครื่องใช้เวลาในการทำงานไม่แตกต่างกันและการเตรียมเกล็ดเลือดชนิด double dose ช่วยลดค่าใช้จ่ายของโรงพยาบาล

วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2559; 49(3): 400-411

คำรหัส: Single donor platelet, double dose, pre-count platelets, post-count platelets, platelet yield

เกล็ดเลือดที่เตรียมจากผู้บริจาครายเดียวด้วยวิธี plateletpheresis¹ เรียกว่า single donor platelets (SDP) เตรียมโดยใช้ชุดเจาะเก็บชนิดเฉพาะที่ใช้กับเครื่องอัตโนมัติ ผลิตภัณฑ์ที่ได้หนึ่งยูนิตมีคุณสมบัติเทียบเท่าเกล็ดเลือดชนิด random donor platelets ที่ได้จากผู้บริจาคเลือด 6-8 ราย ด้วยวิธีดังกล่าว ผู้บริจาค SDP จะสูญเสียเม็ดเลือดแดงในปริมาณที่น้อยมากจึงสามารถบริจาคได้บ่อยครั้งกว่าการบริจาคเลือดปกติทั่วไป SDP จึงมีบทบาทในการรักษาภาวะเกล็ดเลือดต่ำในผู้ป่วยที่ต้องได้รับเกล็ดเลือดเพื่อการรักษาต่อเนื่องเพราะลด donor exposure ที่อาจทำให้เกิดภาวะ platelet refractoriness² ลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ และยังทดแทนการขาดแคลนเกล็ดเลือดได้อีกทางหนึ่ง ปัจจุบันการเตรียม SDP ด้วยเครื่องแยกส่วนประกอบเลือดอัตโนมัติที่ใช้หลักการปั่นเหวี่ยงให้เม็ดเลือดแต่ละชนิดตกตะกอนแยกชั้นมี 2 ระบบ ได้แก่ ระบบ intermittent-flow และระบบ continuous-flow งานธนาคารเลือด โรงพยาบาลแพร เริ่มมีการเตรียม SDP ชนิด single dose ใช้สำหรับผู้ป่วยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 แต่เนื่องจากการเตรียมมีต้นทุนค่าใช้จ่ายสูงเพราะชุดเจาะเก็บเกล็ดเลือดเป็นวัสดุแบบใช้ได้ครั้งเดียวและต้องใช้ร่วมกับเครื่องมืออัตโนมัติ หน่วยงานจึงเลือกใช้เฉพาะกลุ่มผู้บริจาคโลหิตประจำสม่ำเสมอเพื่อลดความสูญเสียเปล่าหากเตรียมแล้วไม่ได้ใช้เพราะตรวจพบการติดเชื้อหรือตรวจพบ antibody ใหม่ๆ ดังนั้น การพัฒนาวิธีการเจาะเก็บแต่ละครั้งให้ได้ปริมาณเกล็ดเลือดเพิ่มขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์ชนิด double dose หรือ triple dose จึงน่าจะช่วยลดค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนการเตรียม SDP ให้แก่ผู้ป่วยของโรงพยาบาลได้ หรือหากสามารถลดระยะเวลาของการมาบริจาคครั้งต่อไปของผู้บริจาคจากทุก 4 สัปดาห์เป็น 2 สัปดาห์ต่อครั้ง ทำให้สามารถเพิ่มปริมาณเกล็ดเลือดสำรองคงคลังได้มากขึ้น แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับและความปลอดภัยของผู้บริจาคเป็นสำคัญ

การบริจาคเกล็ดเลือดแต่ละครั้ง ควรมีปริมาณเกล็ดเลือดตั้งต้นของผู้บริจาคแต่ละรายไม่น้อยกว่า 150,000/cu.mm. และหลังบริจาคต้องมีปริมาณ post-count platelets คงเหลือในร่างกายไม่น้อยกว่า 100,000/cu.mm. ตามมาตรฐานของ American Association of Blood Banks: AABB³ อีกทั้งเครื่องมือที่เลือกใช้ควรมีประสิทธิภาพ ปลอดภัยต่อผู้บริจาค และใช้ระยะเวลาในกระบวนการไม่นาน เพื่อสร้างความพึงพอใจให้ผู้บริจาคมีความต้องการกลับมาบริจาคซ้ำ มีการศึกษาพบว่าต้นทุนค่าใช้จ่ายลดลงหากเตรียม SDP ชนิด double dose และ triple dose เมื่อเทียบกับการเตรียมแบบ single dose อย่างเดียว⁴ นอกจากนี้ยังพบว่าเกล็ดเลือดมีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน

และไม่พบปัญหาภาวะเกล็ดเลือดต่ำหรือภาวะแทรกซ้อนหลังการบริจาค^{5,6} และมีการศึกษาปริมาณเกล็ดเลือดที่ลดลงของผู้บริจาคที่บริจาคเกล็ดเลือดประจำสม่ำเสมอในระยะเวลา 1 ปี ในผู้บริจาคเกล็ดเลือดตั้งแต่ 1-24 ครั้ง ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ⁷

รายงานนี้สนใจศึกษาผลการเตรียมผลิตภัณฑ์เกล็ดเลือด SDP ชนิด double dose ที่เจาะเก็บด้วยเครื่องมืออัตโนมัติ 2 ระบบที่ใช้สำหรับผู้บริจาคเกล็ดเลือด ของสาขาบริการโลหิตแห่งชาติ โรงพยาบาลแพร โดยศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงค่า hematological value ในผู้บริจาคเลือด ปริมาณและคุณภาพของเกล็ดเลือดที่ได้รับ ปริมาณเกล็ดเลือดคงเหลือหลังสิ้นสุดการบริจาคและหลังบริจาคครบสองสัปดาห์ ต้นทุนค่าใช้จ่ายต่อยูนิตของการเตรียมเกล็ดเลือด และประสิทธิภาพของเครื่องมือที่นำมาใช้ปฏิบัติงาน เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนเพิ่มปริมาณเกล็ดเลือดสำรองคงคลังให้มีเพียงพอสำหรับผู้ป่วย เพิ่มความปลอดภัยและดูแลสุขภาพของผู้บริจาคเกล็ดเลือด การบริหารจัดการเพื่อพัฒนาระบบบริการของหน่วยงานและลดงบประมาณค่าใช้จ่ายในการเตรียมเกล็ดเลือดให้ผู้ป่วยได้อย่างเหมาะสม มีประสิทธิภาพ

วัสดุและวิธีการศึกษา

การศึกษาวิจัยนี้ผ่านการพิจารณาของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย โรงพยาบาลแพร เป็นการศึกษาแบบ semi-randomized ในผู้บริจาคเกล็ดเลือดชนิด double dose ของสาขาบริการโลหิตแห่งชาติ จังหวัดแพร ระหว่างเดือนมีนาคม ถึง กันยายน 2558 จำนวน 90 ราย โดยมีขั้นตอนและวิธีการต่างๆ ดังนี้

1. คัดกรองผู้บริจาคเลือดที่เป็นผู้บริจาคเกล็ดเลือดประจำสม่ำเสมอ โดยการสัมภาษณ์และใช้แบบสอบถามมาตรฐานตามเกณฑ์ทั่วไปของผู้บริจาคเลือด ผู้บริจาคต้องผ่านเกณฑ์การคัดเลือกผู้บริจาคของศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย⁸ ดังนี้
 - 1.1 ประวัติปริมาณเกล็ดเลือดเดิมก่อนและหลังบริจาคเสร็จสิ้นครั้งล่าสุด โดยผู้บริจาคต้องมีปริมาณเกล็ดเลือดไม่น้อยกว่า 250,000/cu.mm.
 - 1.2 สอบถามความยินยอมในการสุ่มเลือกเพื่อเข้ากลุ่มสองกลุ่มโดยวิธีจับสลาก แบ่ง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 45 ราย เพื่อใช้เครื่องแยกส่วนประกอบเลือดอัตโนมัติแบบแขนเดียว (single arm) ที่มีกระบวนการเก็บเกล็ดเลือดแตกต่างกัน 2 ระบบ ได้แก่

- 1.2.1 เครื่องระบบ intermittent flow: Haemonetics MCS plus/UPP® ใช้หลักการดึงเลือดครบส่วนจากผู้ป่วยบริจาคออกมาปั่นเหวี่ยงเพื่อแยกเกล็ดเลือดเก็บไว้ จากนั้นคืนเลือดและส่วนประกอบอื่นกลับคืนสู่ผู้ป่วยบริจาค นับเป็นหนึ่งรอบการทำงาน แล้วจึงเริ่มรอบใหม่ต่อไป ลักษณะการทำงานเครื่องแต่ละครั้งต่อผู้ป่วยบริจาคต้องแยกเก็บเกล็ดเลือดประมาณ 6-8 รอบ และด้วยหลักการของ UPP (Universal Platelet Protocol) ของเครื่องมือ คือมีการพัฒนาเพิ่มขึ้นตอนการควบคุมระดับปริมาณเลือดที่ออกนอกร่างกายในแต่ละรอบไม่เกินร้อยละ 15 ของปริมาณ blood volume ทั้งหมดของผู้บริจาค จึงเพิ่มความปลอดภัยแก่ผู้ป่วยบริจาคเกล็ดเลือดมากยิ่งขึ้น
- 1.2.2 เครื่องระบบ continuous flow: Trima Accel® ใช้หลักการดึงเลือดจากผู้ป่วยบริจาคมาปั่นเหวี่ยงแยกเกล็ดเลือดโดยมีการดึงและคืนโลหิตสลับกันอย่างต่อเนื่องไปเรื่อยๆ จนเสร็จกระบวนการในแต่ละครั้งของการบริจาคเกล็ดเลือด โดยไม่มีการแยกเก็บเกล็ดโลหิตเป็นรอบๆ เหมือนเครื่องมือระบบ intermittent flow
2. เจาะเก็บเกล็ดเลือดตามวิธีมาตรฐานของศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติสภากาชาดไทย^๑
3. เก็บตัวอย่างเลือดก่อนบริจาคเพื่อตรวจวัดค่า hematological values และปริมาณเกล็ดเลือดก่อนบริจาค และเก็บตัวอย่างเลือดหลังการบริจาค (ภายในเวลาไม่เกิน 15 นาที) เพื่อตรวจหาปริมาณเกล็ดเลือดคงเหลือหลังบริจาค โดยใช้เครื่องอัตโนมัติ Sysmex XE-2100®
4. นัดหมายผู้ป่วยบริจาคเกล็ดเลือดทุกรายให้มาเจาะเลือดตรวจวัดค่า Hematological value และปริมาณเกล็ดเลือดเมื่อครบเวลาสองสัปดาห์
5. สังเกตและบันทึกอาการหรือภาวะแทรกซ้อนก่อนขณะบริจาค และหลังการบริจาคเกล็ดเลือดที่อาจพบและเกณฑ์การคัดออกคือ ผู้บริจาคมีอาการหรือภาวะแทรกซ้อนรุนแรง หรือพบเครื่องมือขัดข้องในการใช้งาน
6. รวบรวม บันทึกข้อมูลดังนี้
 - 6.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริจาคก่อนการบริจาค ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ความเข้มข้นโลหิต ความดันโลหิต
 - 6.2 ข้อมูลค่า Hematological value ได้แก่ WBC

count, RBC count, Hct, MCV ปริมาณ Platelet count ก่อนการบริจาค หลังบริจาคเสร็จและหลังบริจาคเกล็ดเลือดครบ 2 สัปดาห์

- 6.3 ข้อมูลเกี่ยวกับการทำงานของเครื่องมือ ได้แก่ ปริมาณน้ำยา ACD (acid citrate dextrose) ผลิตภัณฑ์เกล็ดเลือดที่ได้รับ เวลาที่ใช้ในการเตรียมเครื่องมือ เวลาที่ใช้โดยรวม และ ปริมาตรเลือดหมุนเวียนทั้งหมดต่อกระบวนการทำงาน

7. รวบรวมข้อมูลค่าใช้จ่ายเวชภัณฑ์ชุดเจาะเก็บเกล็ดเลือด ค่าใช้จ่ายการส่งตรวจคุณภาพเลือดเพื่อตรวจการติดเชื้อ และปริมาณยูนิตเกล็ดเลือดชนิด single dose และ double dose ทั้งหมดที่เตรียมให้ผู้ป่วยของโรงพยาบาลแพร์ ปี พ.ศ.2556-2558 เพื่อคำนวณต้นทุนค่าใช้จ่ายต่อการเตรียมผลิตภัณฑ์ SDP 1 ยูนิต

วิธีคำนวณประสิทธิภาพของเครื่องแยกส่วนประกอบเลือดอัตโนมัติ (Blood cell separator)

% Collection efficiency(CE)=Platelet yield $\times 10^{11} \times 100$ / MeanPLTcount (10^9 /L) X Blood volume processed (mL)

วิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบประสิทธิผลของการเตรียมเกล็ดเลือดแบบ double dose ของเครื่องมือทั้ง 2 ระบบ โดยใช้สถิติ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ Student's t-test

ผลการศึกษา

ผู้ป่วยบริจาคเกล็ดเลือดเพศชายจำนวน 90 ราย สุ่มเข้ารับเจาะเก็บเกล็ดเลือดด้วยเครื่องมือ 2 ระบบ แยกเป็น 2 กลุ่มกลุ่มละ 45 ราย กลุ่มที่ใช้เครื่อง Haemonetics MCS plus/UPP® ระบบ intermittent flow มีอายุระหว่าง 40-49 ปี กลุ่มที่ใช้เครื่อง Trima Accel® ระบบ continuous flow มีอายุระหว่าง 30-39 ปี น้ำหนักของผู้บริจาคกลุ่มเครื่อง Haemonetics MCS plus/UPP® อยู่ในช่วง 70-85 กิโลกรัม กลุ่มที่ใช้เครื่อง Trima Accel® ส่วนใหญ่มีน้ำหนักน้อยกว่า 70 กิโลกรัม ระดับความเข้มข้นเลือดของผู้บริจาคทั้งเครื่อง Haemonetics MCS plus/UPP® และเครื่อง Trima Accel® ส่วนใหญ่มากกว่า 15 กรัม% ปริมาณ pre-count platelets ในผู้ป่วยบริจาคที่ใช้เครื่อง Haemonetics MCS plus/UPP® มีค่าอยู่ระหว่าง 250,000-275,000/cu.mm. และกลุ่มที่ใช้เครื่อง Trima Accel® มีค่า pre-count platelets มากกว่า 300,000 /cu.mm. และไม่แตกต่างกัน ($p=0.152$) (Table 1)

Table 1 Characteristics of donors in this study.

Type (N 45)	Intermittent-flow system		Continuous-flow system		p - value
	Quantity	%	Quantity	%	
Age (years)					
17-29	3	6.6	3	6.7	0.527
30-39	12	26.7	23	51.1	
40-49	22	48.9	8	17.8	
50-59	8	17.8	11	24.4	
mean (±SD)	41.7(±8.5)		40.5(±10.0)		
Body weight (kg)					
55-69	16	35.6	20	44.4	0.156
70-85	19	42.2	18	40.0	
86-100	6	13.3	7	15.6	
101-110	4	8.9	0	0	
mean (±SD)	77.9(±13.5)		74.3(±10.5)		
Hb concentration (gm%)					
13.0-15.0	21	46.7	16	35.6	0.927
15.1-17.0	24	53.3	29	64.4	
mean (±SD)	15.3(±1.1)		15.3(±1.0)		
Systolic blood pressure (mmHg)					
100-120	18	40.0	9	20.0	0.862
121-150	27	60.0	36	80.0	
mean (±SD)	129.9(±15.6)		130.4(±10.6)		
Diastolic blood pressure (mmHg)					
70-100	3	6.7	3	6.7	0.623
60-69	42	93.3	42	93.3	
mean (±SD)	81.3(±7.8)		80.4(±9.2)		
Pre-count platelets (/cu.mm)					
250,000 – 275,000	19	42.2	13	28.9	0.152
275,001 – 300,000	11	24.5	15	33.3	
300,001 – 350,000	15	33.3	17	37.8	
mean (±SD)	291,466.7(±36,179.2)		303,044.4(±39,836.0)		

ค่า hematological values ก่อนและหลังบริจาคเกล็ดเลือดของผู้ที่ใช้เครื่องมือทั้ง 2 ระบบ ได้แก่ค่า WBC count, RBC count, Hct, MCV และ pre/post-count platelets ไม่พบความแตกต่าง ($p>0.05$) (Table 2) การตรวจปริมาณเกล็ดเลือดก่อนและหลังการบริจาคครบ 2 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ย pre-count platelets ของกลุ่มที่ใช้เครื่อง Haemonetics MCS plus /UPP® และ Trima Accel® เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 291,466.7±36,179.2 และ 303,044.4±39,836.0/cu.mm. ตามลำดับและไม่แตกต่างกัน

($p=0.152$) ค่าเฉลี่ยสองสัปดาห์ post-platelets count ของกลุ่มที่ใช้เครื่อง Haemonetics MCS plus/UPP® มีค่าอยู่ระหว่าง 283,488.9±40,800.3/cu.mm. โดยหลังบริจาคสองสัปดาห์ปริมาณเกล็ดเลือดยังไม่เพิ่มขึ้น คือน้อยกว่าก่อนบริจาค ส่วนกลุ่มที่ใช้เครื่อง Trima Accel® พบว่ามีค่าเฉลี่ยของเกล็ดเลือดหลังสองสัปดาห์อยู่ระหว่าง 320,733.3±55,957.1/cu.mm. เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนบริจาคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.001$) (Table 3)

Table 2 Comparison of hematological values, predonation and immediately platelet apheresis postdonation between two systems of automate blood cell separators.

Type (N 45)	Intermittent-flow system	Continuous-flow system	p-values
	Mean±SD	Mean±SD	
Wbc. count (K/cu.mm)			
: predonation	7.0±1.9	6.9±1.2	0.851
: immediately postdonation	7.1±2.0	6.9±1.8	0.508
RBC count (M/cu.mm)			
: predonation	5.5±0.4	5.3±0.5	0.055
: immediately postdonation	5.3±0.4	5.4±0.5	0.765
Hct (%)			
: predonation	44.5±2.1	43.6±2.7	0.090
: immediately postdonation	43.6±2.3	43.8±2.8	0.661
MCV (fL)			
: predonation	81.4±5.3	82.6±5.0	0.287
: immediately postdonation	81.6±5.2	82.4±5.0	0.493
Platelet count (/cu.mm)			
: predonation	291,466.7±36,179.2	303,044.4±39,836.0	0.152
: immediately postdonation	193,111.1±29,612.8	197,333.3±35,623.7	0.542

Table 3 Comparison of hematological values, predonation and two weeks platelet apheresis postdonation between two systems of automated blood cell separators.

Type (N 45)	Intermittent-flow system	Continuous-flow system	<i>p</i> -values
	Mean±SD	Mean±SD	
Wbc. count (K/cu.mm)			
: predonation	7.0±1.9	6.9±1.2	0.851
: two weeks postdonation	6.9±2.0	7.1±2.0	0.678
RBC count (M/cu.mm)			
: predonation	5.5±0.4	5.3±0.5	0.055
: two weeks postdonation	5.4±0.4	5.4±0.5	0.466
Hct (%)			
: predonation	44.5±2.1	43.6±2.7	0.090
: two weeks postdonation	44.3±3.0	44.0±2.8	0.676

Table 3 Comparison of hematological values, predonation and two weeks platelet apheresis postdonation between two systems of automated blood cell separators. (continued)

Type (N 45)	Intermittent-flow system	Continuous-flow system	p-values
	Mean±SD	Mean±SD	
MCV (fL)			
: predonation	81.4±5.3	82.6±5.0	0.287
: two weeks postdonation	81.8±5.4	82.6±4.8	0.466
Platelet count (/cu.mm)			
: predonation	291,466.7±36,179.2	303,044.4±39,836.0	0.152
: two weeks postdonation	283,488.9±40,800.3	320,733.3±55,957.1	0.001

ปริมาตรเกล็ดเลือดที่ได้จากเครื่อง Haemonetics MCS plus/UPP® และเครื่อง Trima Accel® มีค่าเฉลี่ย 385.1±87.1 และ 444.0±41.5 มล. ตามลำดับ จำนวน platelet yield ที่ได้จากเครื่อง Haemonetics MCS plus/UPP® มีค่าเฉลี่ย $5.5 \pm 0.7 \times 10^{11}$ cells และเครื่อง Trima Accel® เฉลี่ย

$6.2 \pm 0.6 \times 10^{11}$ cells จำนวนยูนิตเฉลี่ยของเกล็ดโลหิตที่ได้จากเครื่อง Haemonetics MCS plus /UPP® และ Trima Accel® คือ 9.6 ± 2.2 ยูนิต และ 11.4 ± 1.2 ยูนิต ตามลำดับ โดยทั้ง 3 ลักษณะที่ศึกษามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) (Table 4)

Table 4 Comparison of platelet yields between two systems of automated blood cell separators.

Type (N 45)	Intermittent-flow system	Continuous-flow system	p-values
	Mean±SD	Mean±SD	
Platelet volume (cc)	385.1±87.1	444.0±41.5	0.0002
ACD volume in SDP products (cc)	63.8±14.2	61.4±7.5	0.318
Platelet Yield (x 10¹¹ cells)	5.5±0.7	6.2±0.6	0.0004
Units of SDP products (units)	9.6±2.2	11.4±1.2	0.0004

เครื่อง Haemonetics MCS plus/UPP® และ Trima Accel® ใช้เวลาเตรียมเครื่องมือเฉลี่ย 11.1 ± 3.5 และ 10.0 ± 3.5 นาทีตามลำดับ และเวลาทั้งหมดที่ใช้จนเสร็จสิ้นในแต่ละกระบวนการของเครื่อง Haemonetics MCS plus /UPP® เฉลี่ย 85.6 ± 21.6 นาที เครื่อง Trima Accel® ใช้เวลาเฉลี่ย 82.3 ± 13.7 นาที และไม่แตกต่างกัน ($p = 0.160$) ปริมาตรน้ำยา ACD (Acid citrate dextrose) ที่ใช้ต่อครั้งในการทำงานของเครื่อง Haemonetics MCS plus/UPP® ใช้ปริมาตรเฉลี่ย 386.0 ± 73.6 มล. เครื่อง Trima Accel® ใช้ปริมาตรเฉลี่ย 319.8 ± 46.3 มล. แตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) ปริมาตรเลือดหมุนเวียนทั้งหมดต่อ 1 procedure การทำงานของเครื่อง Haemonetics MCS plus/UPP® มีปริมาตรเฉลี่ย $3,087.0 \pm 662.2$ มล. และเครื่อง Trima Accel® มีปริมาตรเฉลี่ย $2,810.2 \pm 368.8$ มล. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.016$) เมื่อศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องมืออัตโนมัติ (collection efficiency) พบว่าเครื่อง Haemonetics MCS plus/UPP® และ Trima Accel® มีประสิทธิภาพร้อยละ 62.1 ± 7.0 และ 71.8 ± 6.6 ตามลำดับ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.042$) (Table 5)

Table 5 Comparison of the operations in two systems of automated blood cell separators.

Type (N 45)	Intermittent-flow system	Continuous-flow system	p-values
	Mean±SD	Mean±SD	
Preparation times (minutes)	11.1±3.5	10.0±3.5	0.160
Total times per 1 procedure : Collection rate (minutes)	85.6±21.6	82.3±13.7	0.384
Total ACD volume per 1 procedure (cc)	386.0±73.6	319.8±46.3	0.0002
Total of blood volume per 1 procedure (cc)	3,087.0±662.2	2,810.2±368.8	0.016
Collection Efficiency : CE (%)	62.1±7.0	71.8±6.6	0.042

ในปี 2556 ค่าใช้จ่ายเวชภัณฑ์รวมค่าตรวจคุณภาพโลหิตต่อ 1 ยูนิต SDP ชนิด single dose มีค่าเฉลี่ย 6,353.48 บาท ในปี 2557 หน่วยงานเพิ่มการเตรียม SDP ชนิด double dose ร้อยละ 23.3 ค่าใช้จ่ายลดลงร้อยละ 18.1 มีค่าเฉลี่ยต่อยูนิต

5,205.25 บาท และในปี 2558 มีการเตรียม double dose เพิ่มขึ้นร้อยละ 34.8 ทำให้ค่าใช้จ่ายลดลงร้อยละ 24.7 คือมีค่าเฉลี่ยลดลงเป็น 4,782.78 บาท ต่อ 1 ยูนิต (Table 6)

Table 6 Comparison of cost per unit SDP preparation in the department of Blood Bank, Phrae Hospital : 2013-2015

Type	2013		2014			2015		
	SDP	Total Dose	SDP		Total Dose	SDP		Total Dose
	1 dose	SDP	1 dose*	2 dose**	SDP	1 dose*	2 dose**	SDP
Unit of SDP (%)	287 (100)	287	257 (76.7)	78(x2) (23.3)	413	217 (65.2)	116(x2) (34.8)	449
Total Cost of Apheresis set : Baht (1)	287x5,793.48*** = 1,662,728.76		257x5,793.48*** = 1,488,924.36	78x6,067.25**** = 473,245.50	1,962,169.86	217x5,793.48*** = 1,257,185.16	116x6,067.25**** = 703,801.00	1,960,986.16
Cost per Unit for the investigation in transfusion transmitted disease : Baht***** (2)	287x560 = 160,720.00		257x560 = 143,920.00	78x560 = 43,680.00	187,600.00	217x560 = 121,520.00	116x560 = 64,960.00	186,480.00
Total Cost (1) + (2)	1,823,448.76		1,632,844.36	516,925.50	2,149,769.86	1,378,705.16	768,761.00	2,147,466.16
Average Cost per Unit : Baht		6,353.48			5,205.25			
Decreased Cost (%)	-				18.1			24.7

Note * 1 dose SDP : equal to random platelets 6 units ** 2 dose SDP : equal to random platelets 12 units *** Average Cost per set of Platelet Apheresis set : Single dose **** Average Cost per set of Platelet Apheresis set : Double dose ***** Cost per unit for the screening and investigation in transfusion transmitted disease (Serological & NAT test etc.) by National Blood Centre , Thai Red Cross Society.

จากการศึกษาผู้บริจาคเกล็ดเลือดชนิด double dose 2 กลุ่มที่ใช้เครื่องมืออัตโนมัติ 2 ระบบซึ่งมีหลักการทำงานของเครื่องแตกต่างกัน พบว่าลักษณะทั่วไปของผู้บริจาคเกล็ดเลือดที่สุ่มเข้าทำการศึกษามีความเหมาะสม ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) (Table 1) หลังบริจาคเกล็ดเลือดเสร็จสิ้นพบว่าค่า hematological values ก่อนและหลังการบริจาคไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) (Table 2) รายงานการศึกษาก่อนหน้านี้ พบว่าค่า hematological values จากการเปรียบเทียบในเครื่องมืออัตโนมัติที่เจาะเก็บชนิด single dose มีปริมาณ post-count platelet หลังการบริจาคด้วยเครื่องระบบ continuous-flow มากกว่าเครื่องระบบ intermittent-flow อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.001$)⁴ ใกล้เคียงกับรายงานนี้ที่พบว่าหลังจากบริจาคครบ 2 สัปดาห์ กลุ่มผู้บริจาคที่ใช้เครื่อง Trima Accel® ระบบ continuous-flow มีปริมาณ post-count platelet มากกว่ากลุ่มที่ใช้เครื่อง Haemonetics MCS plus/UPP® ซึ่งเป็นระบบ intermittent-flow อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.001$) (Table 3) ซึ่งอาจเป็นผลจากกลุ่มที่บริจาคด้วยเครื่อง Trima Accel® มีค่าเฉลี่ยของปริมาณเกล็ดเลือดก่อนบริจาคที่มากกว่าแม้พบว่าทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้มีการศึกษาที่พบว่าค่าเกล็ดเลือดก่อนการบริจาคถือเป็นปัจจัยหลักที่มีความสัมพันธ์และเป็นตัวทำนายปริมาณเกล็ดเลือดที่ได้รับหรืออาจเพราะระบบการทำงานของเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า ทำให้ใช้เหตุผลนี้เป็นข้อมูลสนับสนุนการลดระยะเวลาบริจาคซ้ำให้เร็วขึ้นจาก 4 สัปดาห์ เป็น 2 สัปดาห์ อย่างไรก็ตามอาจทำการศึกษาเพิ่มเติมในการเจาะเก็บเกล็ดเลือดเป็นชนิด triple dose ในผู้บริจาคกลุ่มที่ใช้เครื่อง Trima Accel® ดังกล่าวเพื่อเพิ่มปริมาณเกล็ดเลือดสำรองให้มีเพียงพอใช้สำหรับผู้ป่วยมากขึ้น

มีรายงานการศึกษาผลของความถี่ในการบริจาคเกล็ดเลือดพบว่าผู้ที่บริจาคเฉลี่ย 24 ครั้งต่อปี มีปริมาณเฉลี่ย post-count platelet คงเหลือมากกว่า 150,000/cu.mm. ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดของ American Association of Blood Banks (AABB) โดยไม่พบการเกิดภาวะ thrombocytopenia ในผู้บริจาค และมีระดับ protein, albumin ปกติ โดยกลุ่มที่บริจาค double dose สามารถบริจาคซ้ำได้หลัง 7 วัน และกลุ่มที่บริจาค triple dose สามารถบริจาคซ้ำได้หลังครบ 14 วัน^{7,10} ทั้งนี้ FDA (Food and Drug Administration)¹¹ กำหนดความถี่ของการบริจาคเกล็ดเลือดไว้ไม่เกิน 24 ครั้งต่อปี ผลิตภัณฑ์เกล็ดเลือดที่เตรียมได้จากเครื่องมือทั้ง 2 ระบบมีคุณภาพผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน¹² กล่าวคือ ในยุโรปและสหรัฐอเมริกา กำหนดให้ double dose ที่เตรียมได้ควรมี platelet yield ไม่น้อยกว่า 5.0×10^{11} cells (ทุกยูนิต) และ 6.5×10^{11} cells

(มากกว่าร้อยละ 75) ตามลำดับ จากการศึกษานี้ ผลิตภัณฑ์ที่เตรียมได้จากเครื่อง Trima Accel® มี platelet yield ไม่น้อยกว่า 5.0×10^{11} cells ทุกยูนิต ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเครื่อง Haemonetics MCS plus/UPP® ที่มี platelet yield มากกว่า 5.0×10^{11} cells คิดเป็นร้อยละ 73.3 ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดของยุโรป และยังพบว่าผลิตภัณฑ์ที่เตรียมได้จากเครื่อง Trima Accel® มีปริมาตร และจำนวนยูนิตของเกล็ดเลือดมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเครื่อง Haemonetics MCS plus/UPP® แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.0002$ และ $p=0.0004$ ตามลำดับ) (Table 4) สอดคล้องกับรายงานที่ศึกษาการเตรียม SDP ชนิด single dose จากเครื่องมือทั้ง 2 ระบบ พบว่าเครื่องระบบ continuous-flow ให้ platelet yield มากกว่าเครื่องระบบ intermittent-flow อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ^{13,14} เช่นกัน และการศึกษาพบว่าการใช้เครื่อง Trima Accel® ที่ใช้มีประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง (collection efficiency: %CE) สูงกว่าเครื่อง Haemonetics MCS plus/UPP® โดยมี ค่า CE ร้อยละ $71.8 \pm 6.6\%$ และ $62.1 \pm 7.0\%$ ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.042$) (Table 5) โดยทั้ง 2 เครื่องมีประสิทธิภาพการใช้งานตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้เครื่อง blood cell separator ที่ดีควรมีประสิทธิภาพการทำงานมากกว่าร้อยละ 60¹⁴ มีรายงานว่าประสิทธิภาพของเครื่อง Trima Accel® และเครื่อง Haemonetics MCS plus/UPP® เท่ากับ 62.9 % และ 59.4% ตามลำดับ¹³ ร้อยละ 62.6 ของผู้บริจาคเกล็ดเลือดด้วยเครื่อง Trima Accel® มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเมื่อใช้งาน มากกว่ากลุ่มผู้บริจาคที่ใช้เครื่อง Haemonetics MCS plus/UPP® ใกล้เคียงกับรายงานที่พบความพึงพอใจของการใช้เครื่องมือในระบบ continuous-flow (ร้อยละ 61.0) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับเครื่องระบบ intermittent-flow¹⁰ แต่มีบางรายงานที่พบค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของผู้บริจาคที่ใช้เครื่องมือเจาะเก็บเกล็ดเลือดทั้ง 2 ระบบใกล้เคียงกัน¹³

เมื่อพิจารณาลักษณะการทำงานของเครื่องมือ 2 ระบบในการศึกษานี้พบว่าใช้เวลาเฉลี่ยในการเจาะเก็บโดยรวมใกล้เคียงและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีรายงานค่าเฉลี่ยเวลาการทำงานที่แตกต่างกันของเครื่องมือ 2 ระบบ ดังกล่าวในการเจาะเก็บ SDP ชนิด single dose⁵ ที่ระบุว่าเครื่องที่ใช้ระบบ continuous-flow ใช้เวลาทำงานน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในการศึกษานี้เป็นการเตรียมเกล็ดเลือดชนิด double dose และเครื่องมือระบบ intermittent-flow ที่เลือกใช้เป็นเครื่อง Haemonetics MCS plus/UPP® มีการพัฒนา protocol การใช้งานเครื่องมือแบบ UPP (Universal Platelet Protocol)¹⁵ ทำให้สามารถควบคุมปริมาณเลือดที่ออกนอกร่างกาย

ผู้บริจาค (ECV :Extracorporeal volume) ไม่เกิน 15% ของ blood volume โดยเครื่องจะคืน plasma กลับสู่ผู้บริจาคขณะที่มีการปั่นแยกเก็บเกล็ดโลหิต จึงลดระยะเวลาการทำงานของเครื่องและช่วยลดภาวะแทรกซ้อนจาก citrate reaction ที่อาจเกิดขึ้นขณะบริจาค^{5,16,17} การศึกษานี้ไม่พบภาวะแทรกซ้อนในผู้บริจาคทั้ง 2 กลุ่ม ขณะรับบริจาคมีการไหลเวียนโลหิตเป็นปกติทุกราย ไม่พบการหยุดทำงาน หรือการขัดข้องของเครื่องปั่นแยกเกล็ดเลือด และไม่มีสัญญาณเตือนให้ต้องหยุดการทำงานของเครื่อง มีรายงานการศึกษาที่พบว่าการทำ multicomponent collection จาก apheresis พบการเกิดภาวะแทรกซ้อนชนิด vasovagal reaction น้อยกว่าการบริจาคโลหิตแบบปกติทั่วไป^{12,18,19,20}

อย่างไรก็ตาม นอกจากคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ดังกล่าวแล้ว ในการพิจารณาเลือกใช้เครื่องมือแต่ละชนิดหรือแต่ละระบบนั้นสำหรับการเตรียมเกล็ดเลือดให้ผู้ป่วยที่ต้องได้รับเกล็ดโลหิตเป็นประจำ เช่น มะเร็งเม็ดเลือดขาว หรือผู้ป่วยปลูกถ่ายอวัยวะ จำเป็นต้องเตรียมเกล็ดเลือดที่มีการปนเปื้อนเม็ดเลือดขาวน้อยที่สุด เพื่อลดภาวะไม่พึงประสงค์เช่น febrile non-hemolytic transfusion reaction (FNHTR), refractoriness และการติดเชื้อไวรัส Cytomegalovirus และ Human T-cell lymphotropic virus (HTLV)²¹ ซึ่งอาจเกิดอันตรายถึงชีวิตผู้ป่วยได้ การเตรียมเกล็ดเลือดที่ลดปริมาณเม็ดเลือดขาวมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไม่ว่าเป็นเครื่อง Haemonetics MCS plus/UPP[®] ที่มี filter ใช้เตรียมแบบ pre-storage ชนิด in-line filtration แต่ทำให้ต้นทุนค่าใช้จ่ายสูงขึ้น หรือการเตรียมแบบ post-storage ที่มีราคาถูกกว่า และอาจเลือกใช้เฉพาะผู้ป่วยบางรายได้นั้น แม้ช่วยลดปริมาณเม็ดเลือดขาวได้มากกว่า 99.9% แต่อาจสูญเสียปริมาณเกล็ดเลือดใน filter ที่ใช้กรองถึง 10-20% จึงทำให้ platelet yield ลดลง และยังพบว่าในวิธีการปั่นแยกระหว่างกระบวนการเตรียมเกล็ดเลือดสำหรับเครื่องอัตโนมัติที่ใช้ integrated leukoreduction system (LRS) ของ Trima Accel[®] ทำให้ได้เกล็ดเลือดและปริมาณเม็ดเลือดขาวลดลงโดยไม่ต้องใช้ filter เพิ่มในกระบวนการเตรียม จึงอาจเป็นเหตุผลหนึ่งสำหรับเป็นอีกทางเลือกของการใช้วัสดุอย่างคุ้มค่า ลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการได้เหมาะสมยิ่งขึ้น⁴

เมื่อพิจารณาค่าใช้จ่ายเวชภัณฑ์ชุดเจาะเก็บเกล็ดเลือดรวมค่าตรวจคุณภาพการติดเชื้อต่อการเตรียม SDP 1 ยูนิตพบว่าในปี 2556 หน่วยงานมีการเตรียมเกล็ดเลือดสำหรับผู้ป่วยชนิด single dose ชนิดเดี่ยว จำนวน 287 ยูนิต มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อ dose คือ 6,353.48 บาท ในปี 2557 เพิ่มการเตรียม double dose ร้อยละ 23.3 ของจำนวนเกล็ดเลือดทั้งหมด ทำให้ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยลดลงร้อยละ 18.1 มีราคาเฉลี่ยต่อ dose 5,205.25 บาท และในปี 2558 เตรียม double dose เพิ่มขึ้น

ร้อยละ 34.8 ทำให้ค่าใช้จ่ายลดลงร้อยละ 24.7 มีราคาเฉลี่ยต่อ dose ลดลงเหลือ 4,782.78 บาท (Table 6) แสดงถึงความคุ้มค่าของการเตรียม SDP ชนิด double dose สำหรับใช้กับผู้ป่วย เพราะนอกจากเพิ่มปริมาณเกล็ดเลือดสำรองคงคลังให้มีเพียงพอใช้มากขึ้นแล้ว ยังทำให้ค่าใช้จ่ายต้นทุนการเตรียมต่อ 1 ยูนิต SDP ลดลง ทำให้ประหยัดงบประมาณของโรงพยาบาล ถือเป็นการพัฒนาศักยภาพงานประจำของการให้บริการโลหิตในงานธนาคารเลือด โดยนำปัจจัยข้อมูลพื้นฐานในบริบทของตนเองมาประกอบการคิด วิเคราะห์ และวางแผนระบบบริหารจัดการในห้องปฏิบัติการ จัดเป็นศักยภาพพื้นฐานอันพึงประสงค์ของบุคลากรในสายวิชาชีพเทคนิคการแพทย์²² ที่ควรมีความสามารถในการวางแผนพัฒนางาน การเลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมมีคุณภาพประสิทธิภาพ ปลอดภัย อีกทั้งยังมีความสอดคล้องและเป็นไปตามนโยบายด้านการบริการโลหิตของศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย

สรุปผลการศึกษา

เกล็ดเลือดชนิด double dose ที่เตรียมได้จากเครื่อง Trima Accel[®] มีคุณภาพ ปริมาณผลิตภัณฑ์มากกว่าเกล็ดเลือดที่เตรียมได้จากเครื่อง Haemonetics MCS plus/UPP[®] ทั้ง 2 เครื่องมีระยะเวลาการทำงานของเครื่องไม่แตกต่างกันและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ หลังบริจาคเกล็ดเลือดครบ 2 สัปดาห์พบว่ากลุ่มที่บริจาคด้วยเครื่อง Trima Accel[®] มีปริมาณเกล็ดเลือดเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากกว่า จึงแนะนำให้กลับมาบริจาคซ้ำได้ก่อนครบ 4 สัปดาห์ การเจาะเก็บเกล็ดโลหิตชนิด double dose ทำให้เพิ่มปริมาณเกล็ดโลหิตสำรองคงคลังและช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายเวชภัณฑ์ของโรงพยาบาล

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงพยาบาลแพร์ คณะกรรมการวิจัยโรงพยาบาลแพร์ที่สนับสนุนทุนการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณ ศ.ดร.นพ.ชยันตร์ธร ปทุมานนท์ ภาควิชาโรคโลหิตวิทยาและสรีรศาสตร์คลินิก คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ รศ.ชไมพร ทวีขศรี และ ดร.สุรางค์รัตน์ พ้องพาน ที่ปรึกษาการวิจัย และเจ้าหน้าที่งานธนาคารเลือด กลุ่มงานพยาธิวิทยาคลินิก โรงพยาบาลแพร์ ที่ช่วยเก็บรวบรวมและบันทึกข้อมูล

1. American Association of Blood Banks. Standards for Blood Banks and Transfusion Services. 13th ed. Bethesda: Maryland; 1999.
2. Eerisse JG, Brand A. Prevention of platelet refractoriness due to HLA antibodies by administration of leukocytes-poor blood components. *Exp Hematol* 1981; 9: 77-83.
3. American Association of Blood Banks. Standards for Blood Banks and Transfusion Services. 24th ed. Bethesda: Maryland; 2006.
4. Kongruksa R. Study of the reduced white blood cells Single Donor Platelet preparation by the automate blood cell separator [thesis]. Bangkok: Mahidol University; 2005.
5. Bueno JS, Garcia F, Castro E, Barea L, Gonzalez R. A randomized crossover trial comparing three plateletpheresis machines. *Transfusion* 2005; 45: 1373-81.
6. Suresh B, Arun R, Yashovardhan A, Deepthi K, Sreedhar Babu KV, Jothibai DS. Changes in pre- and post-donation haematological parameters in plateletpheresis donors. *Clin Sci Res* 2014; 3: 85-9.
7. Katz L, Palmer K, McDonnell E, Kabat A. Frequent plateletpheresis does not clinically significantly decrease platelet counts in donors. *Transfusion* 2007; 47: 1601-6.
8. National Blood Centre, Thai Red Cross Society. Standards for Blood Banks and Transfusion Services. 4th ed. Bangkok; 2015.
9. Guerrero-Rivera S, Gutiérrez-Espíndola G, Talavera JO, Meillón-García LA, Pedraza-Echevarría M, Pizzuto-Chávez J. Hemoglobin and platelet count effect on platelet yields in plateletpheresis. *Arch Med Res* 2003; 34: 120-3.
10. Richa E, Krueger P, Burgstaler EA, Bryant SC, Winters JL. The effect of double- and triple-apheresis platelet product donation on apheresis donor platelet and white blood cell counts. *Transfusion* 2008; 48: 1325-32.
11. U.S. Food and Drug Administration, Center for Biologicals Evaluation and Research (CBER) [Internet]. Rockville (MD); c 1988 [updated 2005] (Cited Jan 2015). Available from: <http://www.fda.gov/cber/gdlns/plateletauto.htm/>
12. Popovsky MA. Multicomponent apheresis blood collection in the United States: Current status and future directions. *Transfus Apher Sci* 2005; 32: 299-304.
13. Kongruksa R, Kupatawintu P, Sombatnimitsakul S, Nathalang S. Comparison of Apheresis Platelets Leukocytes Reduced Prepared with Trima Accel and Haemonetics MCS Plus Cell Separator. *Hematol Transf Med* 2008; 18: 199-205.
14. Murphy S. Preservation and Clinical use of Platelets. In: Beutler E, Lichtman MA, Coller BS, Kipps TJ, editors. *Williams Hematology*. 6th ed. New York: McGraw-Hill; 2001. p. 1905-16.
15. Burkhardt T, editor. Validation of UPP Protocol introducing 17G needles for Platelets in Plasma collection in German Red Cross. Kuala Lumpur; 2013.
16. Patidar GK, Sharma RR, Marwaha N. Frequency of adverse events in plateletpheresis donors in regional transfusion centre in North India. *Transfus Apher Sci* 2013; 49: 244 -8.
17. Philip J, Sarkar RS, Pathak A. Adverse events associated with apheresis procedures: Incidence and relative frequency. *Asian J Transfus Sci* 2013; 7: 37-41.
18. Picker SM, Radojska SM, Gathof BS. Prospective evaluation of double RBC collection using three different apheresis system. *Transfus Apher Sci* 2006; 35: 197-205.

19. Moog R. Feasibility and safety of triple dose platelet collection by apheresis. Clin Apher 2009; 24: 238-40.
20. Van der Meer PF. Apheresis versus whole-blood-derived platelets: pros and cons. ISBT Sci Ser 2012; 7: 112-6.
21. Bowden RA, Slichter SJ, Sayers M, Weisdorf D, Cays M, Schoch G, et al. A comparison of filtered leukocyte-reduced and cytomegalovirus (CMV) seronegative blood products for the prevention of transfusion associated CMV infection after
bonemarrow transplant. Blood 1995; 86: 3598-603.
22. Prachayasittikul V, Plabplueng (Daosukho) C, Treeratanapiboon L, Jangpatarapongsa K, Phopin K, Nuchnoi P, et al. Challenging trends of Medical Technologist toward health caring in the 21st Century. Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2016; 49: 1-9.