นิพนธ์ต้นฉบับ • Original Article

ความเหมาะสมของการเตรียมเลือดเพื่อผ่าตัดโดยวิธีปกติ สำหรับผู้ป่วยที่มารับการผ่าตัดศัลยกรรมหัวใจและทรวงอกกรณีไม่เร่งด่วน ในโรงพยาบาลมหาวิทยาลัย

ศรินญา จันทะวงศ์*, อภิญญา น้อยฤทธิ์*, ศิราณี เคนทวาย*, ละมัย ขวาโนนรัง*, ดารณี ปราการกมานันท์*, ภัทวัฒน์ เปล่งพานิช*
ภาควิชาวิสัญญีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002 ประเทศไทย

Optimization of Preoperative Routine Cross-Matching for Elective Cardiothoracic Surgery in a University Hospital

Sarinya Chanthawong*, Apinya Noirit*, Siranee Khenthawai*, Lamai Khawnonrang*, Daranee Prakrankamanant*, Pathawat Plengpanich*
**Department of Anesthesiology, Faculty of Medicine, Srinagarind Hospital, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand.*

บทนำ: เลือดเป็นสิ่งสำคัญที่ใช้ในการทดแทนการสูญเสียเลือดในระหว่างผู้ป่วยเข้ารับการผ่าตัด โดยเฉพาะการผ่าตัดศัลยกรรมหัวใจและทรวงอกแต่ยังคงมีการสั่งเตรียมเลือดเพื่อผ่าตัดมากเกินความจำเป็นไม่สอดคล้องกับการใช้จริง

วัตถุประสงค์: ศึกษาความเหมาะสมของการเตรียมเลือดเพื่อผ่าตัดโดยวิธีปกติในผู้ป่วยที่มาเข้ารับการผ่าตัดศัลยกรรมหัวใจและทรวงอก กรณีไม่เร่งด่วน

วิธีการศึกษา: เป็นการศึกษาเชิงพรรณนาแบบย้อนหลัง ระยะเวลา 1 ปี (มกราคมถึงธันวาคม พ.ศ.2557) เก็บข้อมูลการเตรียมเลือดเพื่อการผ่าตัดและการใช้เลือดจริงถึง 24 ชั่วโมงหลังผ่าตัด ในผู้ป่วยที่มาผ่าตัดศัลยกรรมหัวใจและทรวงอก กรณีไม่เร่งด่วน ในโรงพยาบาลศรีนครินทร์และศูนย์หัวใจสิริกิติ์ฯ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิเคราะห์ความเหมาะสมในการเตรียมเลือด โดยใช้เกณฑ์ได้แก่ ค่า Cross-match to Transfusion ratio (C/T ratio), Transfusion probability (%T) และ Transfusion index (Ti)

ผลการศึกษา: ผู้ป่วยในช่วงระยะเวลาศึกษา 792 ราย มีการเตรียมเลือดเพื่อผ่าตัดเกือบทั้งหมด (791 ราย) มีผู้ป่วย 650 ราย (ร้อยละ 82.17) ได้ใช้เลือดจริง การเตรียมเลือดเพื่อผ่าตัดทั้งหมด 4,055 ยูนิต แต่มีการใช้จริงเพียง 2,336 ยูนิต (ร้อยละ 57.61) เมื่อคำนวณค่า C/T ratio ค่า %T และค่า Ti ได้เท่ากับ 1.73, 81.17 และ 2.95 ตามลำดับ โดยรวมมีการเตรียมเลือดอย่างเหมาะสม เมื่อจำแนกตามชนิดของการผ่าตัดพบว่าการผ่าตัดหัวใจแบบเปิดและการผ่าตัด

Background: Blood transfusion plays a major role in the resuscitation and management of blood loss in surgical patients, especially cardiothoracic surgery. However, excessive blood cross-matching may be a common problem.

Objectives: To evaluate the efficiency of routine preoperative blood ordering and transfusion practices for patients undergoing elective cardiothoracic surgery.

Methods: This is a retrospective descriptive study. Preoperative blood ordering, intraoperative and postoperative blood transfusion within 24 hours postoperatively were recorded from elective cardiothoracic surgery at Srinagarind Hospital and Queen Sirikit Heart Center of the Northeast, Khon Kaen University during a one-year period (January to December 2014). The optimal blood ordering was calculated by cross-match to transfusion ratio (C/T ratio), Transfusion probability (%T) and Transfusion index (Ti).

Results: During the study period, the total of 792 patients were enrolled. Most patients (791 cases) had preoperative red cells cross-matching, but only 650 (82.17%) received red cells transfusion on the day of the operation. The total of 4,055 units of red cells was prepared, but only 2,336 units (57.61%) of red cells were used. The C/T ratio, %T and Ti index in all operations were 1.73, 81.17 and 2.95, respectively that indicated an appropriate use of blood.

Correspondence to: Sarinya Chanthawong, E-mail: tsukire@gmail.com, tsukire@hotmail.com
Received 14 June 2018, Accepted 25 July 2018

หลอดเลือดโป่งพองในช่องท้องแบบเปิดนั้นมีการเตรียมเลือดอย่างเหมาะสม (C/T ratio เท่ากับ 1.58 และ 2.06 ตามลำดับ) แต่การผ่าตัดในช่องอก การผ่าตัดหัวใจแบบปิดและการผ่าตัดรักษาหลอดเลือดแดงใหญ่โป่งพองโดยการใส่หลอดเลือดเทียมชนิดขดลวดหุ้มกราฟ (endovascular procedures) นั้นมีการเตรียมเลือดมากเกินความจำเป็น (C/T ratio เท่ากับ 12.68, 8.67 และ 3.63 ตามลำดับ) ค่าใช้จ่ายในการเตรียมเลือดทั้งหมดคิดเป็นเงิน 1,054,300 บาทและค่าใช้จ่ายสำหรับการเตรียมเลือดที่ไม่ถูกใช้ คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่สูญเสียไป 447,460 บาท

สรุป: การผ่าตัดศัลยกรรมหัวใจและทรวงอกกรณีไม่เร่งด่วนมีการเตรียมเลือดเพื่อผ่าตัดโดยรวมได้อย่างเหมาะสม แต่มีการผ่าตัดบางชนิดที่มีการเตรียมเลือดมากเกินไป ได้แก่ การผ่าหัวใจแบบปิด การผ่าตัดช่องอกและ endovascular procedures ควรนำข้อมูลที่ได้ไปพัฒนาแนวทางการเตรียมเลือดเพื่อผ่าตัดให้เหมาะสม เพื่อทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าต่อไป

คำสำคัญ: การผ่าตัดศัลยกรรมหัวใจ, หลอดเลือดใหญ่และทรวงอกการเตรียมเลือดเพื่อผ่าตัดโดยวิธีปกติ

Classified by type of operations, only the open heart surgery and open aneurysmorraphy were appropriated use of blood(The C/T ratio was 1.58 and 2.06, respectively). While the closed heart surgery, thoracic surgery and endovascular procedure were over blood-ordering (The C/T ratio was 8.67, 12.68 and 3.63, respectively). The cost of preparing blood in those operations in this study was 1,054,300 baht, and the cost of preparing non- transfused blood was wasted 447,460 baht.

Conclusions: The overall preoperative blood cross-matching for elective cardiothoracic surgery was appropriated. However, the closed heart surgery, thoracic surgery and endovascular procedure were over blood-ordering that meant to not appropriate use of blood. The introduction of maximum surgical blood-order schedule from these results will lead to a reduction of unnecessary demand and cross match workload.

Keywords: cardiovascular and thoracic surgery, cross-match to transfusion ratio, routine blood cross-matching

วิสัญญีสาร 2561; 44(4): 157-65. • Thai J Anesthesiol 2018; 44(4): 157-65.

บทนำ

เลือดและส่วนประกอบของเลือด เป็นสิ่งสำคัญที่ใช้ในการทดแทนการสูญเสียเลือดในระหว่างและหลังการผ่าตัด โดยทั่วไปศัลยแพทย์จะเป็นผู้สั่งเตรียมเลือดและส่วนประกอบของเลือด สำหรับใช้ในห้องผ่าตัด โดยปริมาณและชนิดของการสั่งเตรียมเลือดและส่วนประกอบของเลือดนั้นพิจารณาตามความยากง่ายของการผ่าตัด การเสียเลือดในระหว่างผ่าตัดและระยะเวลาการผ่าตัด แต่ปัญหาที่พบได้บ่อยในปัจจุบันคือ มีการสั่งเตรียมเลือดสำหรับการผ่าตัดมากเกินความจำเป็นซึ่งส่งผลกระทบต่อการสำรองเลือดในคลังเลือด ทำให้เกิดภาวะขาดแคลนเลือด สูญเสียค่าใช้จ่ายและเพิ่มภาระงานของเจ้าหน้าที่[1,2]

ข้อมูลจากคลังเลือดกลาง คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปี พ.ศ. 2556 โดยรวมข้อมูลตลอดปี พบมีการใช้เม็ดเลือดแดงอัดแน่น (packed red cells, PRC) พลาสมาสดแช่แข็ง (fresh frozen plasma, FFP), Platelet-concentration และ Cryoprecipitate เพียงร้อยละ 57.19, 54.62, 96.60 และ 89.44 ของจำนวนเลือดทั้งหมดที่จองไว้เพื่อเตรียมผ่าตัด ตามลำดับ โดยคิดอัตราส่วนการเตรียมเลือดเป็นยูนิตก่อนการผ่าตัดต่อการได้รับเลือดจริง (cross-match to Transfusion ratio; C/T ratio) ได้เท่ากับ 1.79

ข้อมูลจากการศึกษาที่ผ่านมาโดยส่วนใหญ่[3-11] พบว่าในการผ่าตัดโดยทั่วไปกรณีไม่เร่งด่วน มีการเตรียมเลือดเพื่อการผ่าตัดมากเกินความจำเป็นเช่นกัน โดยวัดจากค่ามาตรฐานคือ C/T ratio ซึ่งหากมีค่ามากกว่า 2.5 ถือว่ามีการเตรียมเลือดมากเกินกว่าความจำเป็น ยกตัวอย่างเช่น ค่า C/T ratio ของการผ่าตัดเต้านมเท่ากับ 29.1[10] การผ่าตัดกระดูกสันหลังเท่ากับ 4.8[9] และการผ่าตัดทางระบบประสาทเท่ากับ 4.3[11] เป็นต้น

สำหรับการผ่าตัดศัลยกรรมหัวใจและทรวงอกนั้นมีโอกาสเสี่ยงสูงต่อการเสียเลือดมากกว่าการผ่าตัดชนิดอื่น เนื่องจากเป็นการผ่าตัดที่มีความซับซ้อนและในระหว่างผ่าตัดจำเป็นต้องใช้เครื่องหัวใจและปอดเทียมซึ่งส่งผลรบกวนต่อกระบวนการแข็งตัวของเลือดร่วมด้วยจึงเป็นการผ่าตัดที่มีการเตรียมเลือดและใช้เลือดในปริมาณมากแต่ยังไม่พบการศึกษาเกี่ยวกับความเหมาะสมในการเตรียมเลือดเพื่อผ่าตัดในผู้ป่วยกลุ่มนี้ในโรงพยาบาลศรีนครินทร์และศูนย์หัวใจสิริกิติ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือคณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่นดังนั้นทีมผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาความเหมาะสมในการเตรียมเลือดเพื่อนำผลการศึกษามาใช้เป็นประโยชน์ใน

การจัดทำแนวทางการเตรียมเลือดสำหรับการผ่าตัด (Maximum surgical blood order schedule; MSBOS) ต่อไป ซึ่งจะช่วยให้การเตรียมเลือดเพื่อการผ่าตัดมีความเหมาะสมมากขึ้นลดการสูญเสียทรัพยากรและค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยลงได้[6,12]

วิธีศึกษา

เป็นการศึกษาเชิงพรรณนาแบบย้อนหลัง หลังได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณางานวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยของแก่น (HE581197) และได้รับอนุญาตจากผู้อำนวยการโรงพยาบาลศรีนครินทร์และศูนย์หัวใจสิริกิติ์ฯแล้ว ผู้วิจัยจึงเริ่มเก็บข้อมูลย้อนหลังเป็นระยะเวลา 1 ปี (มกราคม-ธันวาคม 2557) เกี่ยวกับการเตรียมเลือดเพื่อการผ่าตัดโดยวิธีปกติและการใช้เลือดจริงในวันผ่าตัด ติดตามไปถึง 24 ชั่วโมงหลังผ่าตัด ในผู้ป่วยที่มาเข้ารับการผ่าตัดศัลยกรรมหัวใจและทรวงอก กรณีไม่เร่งด่วน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจาก (1) ฐานข้อมูลของภาควิชาวิสัญญีวิทยาและแบบบันทึกการระงับความรู้สึก (anesthetic record)ได้แก่ เพศ อายุ ภาวะผู้ป่วยก่อนผ่าตัด (ASA physical status) การวินิจฉัย ชนิดการผ่าตัด ความเข้มข้นของเลือดก่อนการผ่าตัด จำนวนเลือดที่เตรียมก่อนการผ่าตัด จำนวนเลือดที่ให้ระหว่างการผ่าตัด จำนวนเลือดที่สูญเสียในระหว่างการผ่าตัด และ (2) ฐานข้อมูลเวชระเบียนผู้ป่วย โรงพยาบาลศรีนครินทร์และศูนย์หัวใจสิริกิติ์ฯ ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้แก่ การให้เลือดหลังผ่าตัดภายใน 24 ชั่วโมง

ประชากรศึกษามีเกณฑ์คัดเข้า (Inclusion criteria) คือ ผู้ป่วยที่เข้ารับการผ่าตัดศัลยกรรมหัวใจและทรวงอก กรณีไม่เร่งด่วน ณ ห้องผ่าตัด โรงพยาบาลศรีนครินทร์และศูนย์หัวใจสิริกิติ์ฯ ที่มีอายุ 18 ปีขึ้นไป ระหว่างเดือนมกราคมถึงธันวาคมพ.ศ. 2557 และเกณฑ์คัดออก (Exclusion criteria) คือ ผู้ป่วยที่ไม่ได้รับการผ่าตัดตามแผนที่เตรียมไว้ (ยกเลิกผ่าตัดหรือได้รับการผ่าตัดแต่ไม่ตรงกับแผนการผ่าตัดที่วางไว้ตั้งแต่ต้น) หรือผู้ป่วยที่เสียชีวิตก่อนได้รับการผ่าตัด

เกณฑ์ที่ใช้คำนวณความเหมาะสมในการเตรียมเลือดจะใช้ 3 เกณฑ์ ดังนี้ (1) Cross-match to Transfusion ratio (C/T ratio)[13,14] คำนวณจากจำนวนเลือดที่เตรียมเป็นยูนิตหารด้วยจำนวนเลือดที่ใช้เป็นยูนิต (Number of unit cross-matched/Number of unit transfused) ค่าที่เหมาะสม คือ 2.5 หากมากกว่าค่ามาตรฐานถือว่ามีการเตรียมเลือดมากเกินกว่าความจำเป็น (2) Transfusion probability (%T)[2,15] คำนวณจากจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับเลือดหารด้วยจำนวนผู้ป่วยที่เตรียมเลือดคูณด้วย 100 (Number of patient transfused/ Number of patient cross-matched x 100) โดยค่าที่เหมาะสมของ %T คือมากกว่า 30 และ(3) Transfusion index (Ti)[3] จำนวนเลือดที่ใช้เป็นยูนิตหารด้วยจำนวนผู้ป่วยที่จองเลือด (Number of unit transfused/ Number of patient cross-matched) ค่าที่เหมาะสมของ Ti คือมากกว่า 0.5

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรม SPSS version 16 โดยข้อมูลเชิงพรรณนาและข้อมูลเชิงคุณภาพนำเสนอเป็นค่าร้อยละการทดสอบความแตกต่างของข้อมูลเชิงคุณภาพและข้อมูลเชิงปริมาณใช้การคำนวณค่าสถิติพื้นฐานด้วยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล (Standard deviation) และข้อมูลตัวแปรที่บ่งถึงความคุ้มค่าของการใช้เลือดอธิบายจากค่า C/T ratio, %T และ Ti ที่ไม่ตรงตามเกณฑ์ว่าเหมาะสมหรือไม่เหมาะสม

ผลการศึกษา

ในระยะเวลา 1 ปีที่ทำการศึกษา มีผู้ป่วยที่เข้ารับการผ่าตัดศัลยกรรมหัวใจและทรวงอก กรณีไม่เร่งด่วนทั้งหมดจำนวน 792 ราย อายุเฉลี่ย 55.2 ปี ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 53.8) น้ำหนักเฉลี่ย 58.5 กก. และส่วนใหญ่มี ASA physical status II (ร้อยละ 57.7) เมื่อจำแนกตามชนิดการผ่าตัดแบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้คือ (1) การผ่าตัดหัวใจแบบเปิด (open heart surgery) 649 ราย (ร้อยละ 81.94), (2) การผ่าตัดหัวใจแบบปิด (closed heart surgery) 11 ราย (ร้อยละ 1.39), (3) การผ่าตัดทรวงอก (thoracic surgery) 102 ราย (ร้อยละ 12.88) และ (4) การผ่าตัดหลอดเลือดใหญ่ (vascular surgery) 30 ราย (ร้อยละ 3.79) ระยะเวลาผ่าตัดเฉลี่ย 295.05 ± 110.98 นาทีค่าความเข้มข้นของเลือด (hematocrit) ก่อนผ่าตัดเฉลี่ยร้อยละ 36.59 ในกรณีผ่าตัดopen heart มีระยะเวลาในการใช้เครื่องหัวใจและปอดเทียมเฉลี่ย 128 ± 57.13 นาที (Table 1)

จากผู้ป่วยทั้งหมด 792 ราย พบมีการเตรียมเลือดและส่วนประกอบของเลือดเพื่อการผ่าตัดจำนวน 791 ราย มีผู้ป่วย 650 ราย (ร้อยละ 82.17) ได้ใช้เลือดจริงในระหว่างการผ่าตัดไปจนถึง 24 ชั่วโมงหลังผ่าตัด โดยสั่งเตรียมเป็น packed red cells (PRC) 4055 ยูนิต fresh frozen plasma (FFP) 3949 ยูนิต platelet concentration 3523 ยูนิต และ cryoprecipitate 236 ยูนิต และมีการใช้เลือดระหว่างผ่าตัดและหลังผ่าตัดภายใน 24 ชั่วโมงจริงเป็นจำนวน 2336 ยูนิต คิดเป็นร้อยละ 57.61 ของจำนวนเลือดที่เตรียมไว้เมื่อคำนวณค่า C/T ratio ได้เท่ากับ 1.73 ส่วนค่า %T และ Ti เท่ากับ 81.17 และ 2.95 ตามลำดับ (Table 2) ซึ่งหมายความว่าในการผ่าตัดศัลยกรรมหัวใจ หลอดเลือดใหญ่และทรวงอก กรณีไม่เร่งด่วน มีการเตรียมเลือดโดยรวมได้อย่างเหมาะสม

Table 1 Demographic data, and type of operation of the patients (n=792)

Characteristics	Outcomes
Age (year) *	55.2 ± 25.9
Male, gender**	426 (53.8)
Weight (kg) *	58.50 ± 11.99
ASA physical status **	
1	17 (2.15)
2	457 (57.7)
3	301 (38)
4	17 (2.15)
Preoperative lab *	
Hemoglobin (g/dL)	12.4 ± 2.06
Hematocrit (%)	36.59 ± 12.8
Type of operation **	
Open heart surgery	
Single valve repair/replacement	191 (24.12)
Coronary artery bypass graft surgery (CABG)	155 (19.57)
Double valves repair/replacement	123 (15.53)
CABG with Valve repair/replacement	55 (6.94)
ASD or VSD closure	41 (5.18)
Triple valves repair/replacement	39 (4.92)
Redo valve surgery	21 (2.65)
Bentall operation	16 (2.02)
Other	8 (1.01)
Closed heart surgery	
Off-pump coronary artery bypass graft surgery (OPCAB)	5 (0.63)
Pericardial window	2 (0.25)
Pericardectomy	2 (0.25)
Modified- Blalock-Taussing (MBT) shunt	2 (0.25)
Thoracic surgery	
Lung lobectomy	35 (4.42)
Tumor removal (Mediastinal mass)	44 (5.55)
Video-Assisted Thoracic Surgery(VATS)	14 (1.77)
Lung decortication	6 (0.76)
Esophagectomy	3 (0.38)
Vascular procedure	
Open aneurysmorraphy (Infrarenal AAA)	11 (1.39)
Endovascular Aortic Aneurysm Repair (EVAR)	10 (1.26)
Thoracic Endovascular Aortic Aneurysm Repair (TEVAR)	9 (1.14)
Operation time (min) *	295.05 ± 110.98
Cardiopulmonary bypass used **	651 (82.2)
Cardiopulmonary bypass time (min) *	128 ± 57.13

* Mean ± SD, ** n (%)

Abbreviation: VSD, ventricular septal defect; ASD, atrial septal defect; AAA, abdominal aortic aneurysm

Table 2 Blood and blood component preparation and replacement within 24-hour post-operative

	Packed red cells (Unit)	Fresh frozen plasma (Unit)	Platelet (Unit)	Cryoprecipitate (Unit)
Number of cross-match	4055	3949	3523	236
Number of Transfusion	2336	1332	2421	1153

เมื่อจำแนกวิเคราะห์ตามชนิดการผ่าตัด สำหรับการผ่าตัด open heart การผ่าตัดที่พบบ่อยได้แก่single valve repair/replacement, coronary artery bypass graft surgery (CABG) และ double valves repair/replacement (ร้อยละ 24.12, 19.57 และ 15.53 ตามลำดับ) พบว่ามีการเตรียมเลือดได้อย่างเหมาะสม โดยมีค่า C/T ratio, %T และ Ti เท่ากับ 1.58, 95.06 และ 3.44 ตามลำดับและมีค่า C/T ratio น้อยกว่า 2.5 ในทุกชนิดการผ่าตัด open heart (Table 3) การเตรียมเลือดเพื่อผ่าตัดเฉลี่ย 5.85 ยูนิตต่อราย อัตราการใช้จริงเมื่อเทียบกับการเตรียมเลือดเท่ากับร้อยละ 56.77 (Figure 1)

การผ่าตัด closed heart และการผ่าตัด thoracic พบว่ามีการเตรียมเลือดมากเกินความจำเป็น โดยค่า C/T ratio มีค่ามากกว่า 2.5 ในทุกชนิดการผ่าตัด มีการผ่าตัดบางชนิดได้แก่ pericardial window, lung lobectomy และ video assisted thoracic surgery (VATS) พบว่าไม่มีการใช้เลือดทั้งในระหว่างผ่าตัดและหลังผ่าตัดเลย (Table 3) การเตรียมเลือดเพื่อผ่าตัดเฉลี่ย 3.79 ยูนิตต่อราย อัตราการใช้จริงเมื่อเทียบกับการเตรียมเลือดเท่ากับร้อยละ 11.42 (Figure 1)

Table 3 Blood (PRC) transfusion utilization indices in adult cardiothoracic surgery (n=792)

Operation	No. of case	Cross-match PRC		Transfusion PRC		C/T ratio	%T	Ti
		Unit	Case (n)	Unit	Case (n)			
Open heart surgery								
Single valve repair/replacement	191	838	191	549	182	1.53	95.29	2.87
CABG	155	954	155	623	151	1.53	97.42	4.02
DVR	123	574	123	399	116	1.44	94.31	3.33
CABG + Valve repair/replacement	55	324	55	256	55	1.22	100.00	3.42
ASD or VSD closure	41	169	41	78	36	2.17	87.80	1.90
Triple valves repair/replacement	39	290	39	130	36	2.23	92.31	3.24
Redo-valve surgery	21	202	21	88	21	2.3	100.00	4.19
Bentall operation	16	123	16	95	15	1.29	93.75	5.94
Other	8	38	8	16	5	2.38	62.5	2.00
Total open heart surgery	**649**	**3521**	**649**	**2234**	**617**	**1.58**	**95.06**	**3.44**
Closed heart surgery								
OPCAB	5	32	5	4	2	8.00	40.00	0.80
Pericardial window	2	4	2	0	0	∞	0	0
Pericardectomy	2	8	2	1	1	8.00	50.00	0.50
MBT shunt	2	8	2	1	1	8.00	50.00	0.50
Total closed heart surgery	**11**	**52**	**11**	**6**	**4**	**8.67**	**36.36**	**0.55**
Thoracic surgery								
Tumor removal (Mediastinal mass)	44	122	43	17	5	7.18	11.63	0.40
Lung lobectomy	35	104	35	0	0	∞	0	0
VATS	14	27	14	0	0	∞	0	0
Lung decortication	6	16	6	4	1	4.00	16.67	0.67
Esophagectomy	3	10	3	1	1	10.00	33.33	0.33
Total thoracic surgery	**102**	**279**	**101**	**22**	**7**	**12.68**	**6.93**	**0.22**
Vascular procedure								
Open infrarenal aneurysmorraphy	11	74	11	36	9	2.06	81.82	3.21
Endovascular procedure	19	138	19	38	13	3.63	68.42	2.00
EVAR	10	66	10	22	7	3.00	70.00	2.20
TEVAR	9	72	9	16	6	4.50	66.67	1.78
Total vascular surgery	**49**	**350**	**49**	**112**	**35**	**3.30**	**71.73**	**2.30**
Total operation	**792**	**4055**	**791**	**2336**	**650**	**1.73**	**81.17**	**2.95**

Abbreviation: CABG, Coronary artery bypass graft surgery; DVR, Double valves repair/replacement; VSD, ventricular septal defect; ASD, atrial septal defect;OPCAB, Off-pump coronary artery bypass graft surgery; MBT, Modified- Blalock-Taussing; VATS, Video-Assisted Thoracic Surgery; EVAR, Endovascular Aortic Aneurysm Repair; TEVAR, Thoracic Endovascular Aortic Aneurysm Repair; C/T ratio, Cross-match to Transfusion ratio.

การผ่าตัด vascular พบว่าการผ่าตัดหลอดเลือดแดงใหญ่แบบเปิด (open aneurysmorrhaphy) มีการเตรียมเลือดอย่างเหมาะสม ค่า C/T, %T และ Ti เท่ากับ 2.06, 81.82 และ 3.21 ตามลำดับแต่หากเป็นการผ่าตัดรักษาหลอดเลือดแดงใหญ่โป่งพองโดยการใส่หลอดเลือดเทียมชนิดขดลวดหุ้มกราฟ (endovascular procedure) พบว่ามีการเตรียมเลือดมากเกินความจำเป็น ค่า C/T ratio, %T และ Ti เท่ากับ 3.63, 68.42 และ 2.0 ตามลำดับ (Table 3) มีการเตรียมเลือดเพื่อผ่าตัดเฉลี่ย 7.09 ยูนิตต่อราย อัตราการใช้จริงเมื่อเทียบกับการเตรียมเลือดเท่ากับร้อยละ 32.8 (Figure 1)

จากผลการศึกษานี้เมื่อพิจารณาความเหมาะสมในการเตรียมเลือดจากค่า C/T ratio, %T และ Ti แล้วพบว่าการผ่าตัดที่มีความเหมาะสมในการจองเลือดได้แก่ Single valve repair/replacement, CABG, Double valves repair/replacement, CABG with Valve repair/replacement, ASD or VSD closure, Triple valves repair/replacement, Redo valve surgery, Bentall operation และ Open aneurysmorraphy (Infrarenal AAA) (Table 4)

เมื่อคำนวณค่าใช้จ่ายในการเตรียมเลือด ซึ่งประกอบไปด้วยค่าตรวจ Type and screen และค่า cross match (260 บาท/ยูนิต) สำหรับการผ่าตัดในการศึกษาครั้งนี้ทั้งหมดคิดเป็นเงิน 1,054,300 บาทและค่าใช้จ่ายสำหรับการเตรียมเลือดที่ไม่ได้ใช้ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่สูญเสียไปคิดเป็นเงิน 446,940 บาท (Table 5)

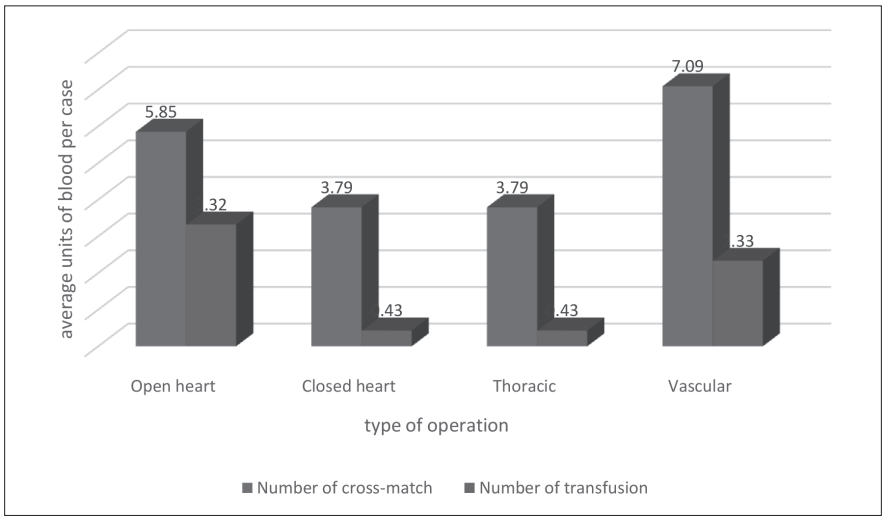


Figure 1 Average blood cross-matching and transfused, classified by type of operations (units per case)

Table 4 Appropriation of packed red cell preparation classified by type of operations

Appropriate (C/T ratio < 2.5,%T > 30, Ti > 0.5)	Inappropriate (C/T ratio > 2.5, %T < 30, Ti < 0.5)
Single valve repair/replacement	OPCAB
CABG	Pericardial window
Double valves repair/replacement	Pericardectomy
CABG with Valve repair/replacement	MBT shunt
ASD or VSD closure	Tumor removal (Mediastinal mass)
Triple valves repair/replacement	Lung lobectomy
Redo valve surgery	VATS
Bentall operation	Lung decortication
Open aneurysmorraphy (Infrarenal AAA)	Esophagectomy
	Endovascular procedure; EVAR and TEVAR

Abbreviation: CABG, Coronary artery bypass graft surgery VSD, ventricular septal defect; ASD, atrial septal defect; AAA, abdominal aortic aneurysm; OPCAB, Off-pump coronary artery bypass graft surgery; MBT, Modified- Blalock-Taussing; VATS, Video-Assisted Thoracic Surgery; EVAR, Endovascular Aortic Aneurysm Repair; TEVAR, Thoracic Endovascular Aortic Aneurysm Repair(TEVAR)

Table 5 Cost in preparing packed red cells

Packed red cells			Cost of pre-transfusion testing* (260 Baht/unit)	
Cross-match[a] (unit)	Transfused[b] (unit)	Actual usage (%)	Total cross-match (Baht)	Non-transfused (Baht) [(a-b) × 260]
4055	2336	57.61	1,054,300	446,940

* Pre-transfusion testing = type and screening + cross match

วิจารณ์

เริ่มมีการศึกษาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1976[15] เกี่ยวกับการเตรียมเลือดเพื่อผ่าตัดเนื่องจากพบปัญหาการเตรียมเลือดมากเกินความจำเป็น ทำให้สูญเสียทรัพยากรทั้งเลือด ค่าใช้จ่ายในการเตรียมเลือดและเพิ่มภาระงานของบุคลากร[16] จึงมีการคิดดัชนีเพื่อใช้บอกความเหมาะสมของการเตรียมเลือด โดยปัจจุบันใช้เกณฑ์ C/T ratio น้อยกว่า 2.5, %T มากกว่า 30 หรือ Ti มากกว่า 0.5 ถือว่ามีการเตรียมเลือดเหมาะสม[2,3,13-15] ซึ่งในการผ่าตัดทั่วไปในกรณีไม่เร่งด่วนนั้นพบว่ามีการใช้เลือดระหว่างการผ่าตัดเพียงร้อยละ 30-70 ของจำนวนเลือดที่เตรียมไว้เพื่อผ่าตัด[1,7,10,11,15,17,18]

สำหรับการผ่าตัดศัลยกรรมหัวใจ หลอดเลือดใหญ่และทรวงอกซึ่งเป็นการผ่าตัดที่ซับซ้อนและมีการใช้เลือดค่อนข้างมาก เมื่อทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้เลือดจริงในครั้งนี้พบว่ามีการใช้เลือดระหว่างการและหลังผ่าตัด 24 ชม. เพียงร้อยละ 57.6 ของจำนวนเลือดที่เตรียม แต่เมื่อพิจารณาค่า C/T ratio, %T และ Ti มีค่าเท่ากับ 1.73, 81.17 และ 2.95 กลับพบว่าซึ่งโดยรวมถือมีการเตรียมเลือดเพื่อผ่าตัดได้อย่างเหมาะสม โดยมีการเตรียมเลือดเพื่อผ่าตัดเฉลี่ย 5.85 ยูนิตต่อรายซึ่งน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการศึกษาของ Geissler RG และคณะ[18] ซึ่งทำการเก็บข้อมูลย้อนหลังในการผ่าตัดศัลยกรรมหัวใจหลอดเลือดใหญ่และทรวงอก ณ ประเทศเยอรมัน เป็นเวลา 4 ปี พบว่ามีการเตรียมเลือดเพื่อผ่าตัดเฉลี่ยถึง 7.7 ยูนิตต่อราย อาจเนื่องจากมีการผ่าตัดที่ซับซ้อนมากกว่า เช่น การผ่าตัดเปลี่ยนหัวใจการผ่าตัดหัวใจในผู้ป่วยเด็ก การใส่ cardiac devices และรวมการผ่าตัดกรณีเร่งด่วนด้วยทำให้มีการเตรียมเลือดที่มากกว่า แต่อัตราการใช้จริงเมื่อเทียบกับการเตรียมเลือดมีความใกล้เคียงกัน (ร้อยละ 57.4) แต่ในบางการศึกษากลับพบว่ามีอัตราการใช้เลือดจริงเมื่อเทียบกับการเตรียมเลือดน้อยกว่าการศึกษาครั้งนี้มาก เนื่องจากอาจมีการรณรงค์ให้มีการใช้เลือดเมื่อจำเป็น โดยใช้ค่าเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ คือ ฮีโมโกลบิน (Hemoglobin; Hb) ต่ำกว่า 6-7 g/dL เช่น การศึกษาของ Brevig J และคณะ[19] เก็บข้อมูลในผู้ป่วยที่มาผ่าตัดศัลยกรรมหัวใจ หลอดเลือดใหญ่และทรวงอกเป็นระยะเวลา 5 ปี พบอัตราการใช้เลือดจริงในการผ่าตัดกลุ่มนี้ลดลงจากร้อยละ 43 ในปี พ.ศ. 2546 เป็นร้อยละ 18 ในปี พ.ศ.2551 แต่ยังไม่มีลดลงของการเตรียมเลือดให้ไปในแนวทางเดียวกัน

เมื่อเทียบกับการศึกษาของ Alghamdi และคณะ[20] มีการเตรียมเลือดเพื่อผ่าตัดเฉลี่ยเพียง 3.37 ยูนิตต่อรายแต่อัตราการใช้เลือดจริงเมื่อเทียบกับการเตรียมเลือดเท่ากับร้อยละ 42.32 หลังจากนั้นมีการนำข้อมูลไปพัฒนาแนวทาง (Maximum Surgical Blood Order Schedule; MSBOS) ขึ้นและนำมาใช้จริง หลังจากนั้น 1 ปี จึงเก็บข้อมูลใหม่พบว่าค่า C/T ratio ลดลงจาก 2.36 เป็น 1.27 และอัตราการใช้เลือดจริงเมื่อเทียบกับการเตรียมเลือดเท่ากับร้อยละ 63.97 ซึ่งมีการใช้เลือดอย่างเหมาะสมมากขึ้น

ค่า C/T ratio โดยรวมของการผ่าตัดศัลยกรรมหัวใจหลอดเลือดใหญ่และทรวงอกในการศึกษาที่ผ่านมานั้น พบว่ามีค่าหลากหลายแตกต่างกันค่า C/T ratio พบได้ตั้งแต่ 1.26,[5]2.12,[17]2.36,[20]4.57[7] จนถึง 7.7[7] ค่าที่แตกต่างกันขึ้นกับหลายสาเหตุ เช่น ชนิดของการผ่าตัดที่ทำการรวบรวมข้อมูล จำนวนประชากรศึกษา ความรีบด่วนหรือความไม่รีบด่วน กลุ่มประเทศและเทคนิคการผ่าตัด เป็นต้น ในการศึกษาครั้งนี้ค่า C/T ratio ค่อนข้างน้อยเนื่องจากรวมการผ่าตัดทุกชนิด

เมื่อจำแนกตามชนิดการผ่าตัดพบว่ามีเพียงการผ่าตัด open heart และ open aneurysmorrhaphyเท่านั้นที่มีการเตรียมเลือดเหมาะสม (ค่า C/T ratio เท่ากับ 1.58 และ 2.06 ตามลำดับ) ส่วนการผ่าตัด closed heart, thoracic และ endovascular procedure (EVAR และTEVAR) มีการเตรียมเลือดเพื่อผ่าตัดมากเกินความจำเป็น (ค่า C/T ratio เท่ากับ 8.67, 12.68 และ 3.63 ตามลำดับ) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Davoudi- kiakalayeh A. และคณะ[5] ที่ศึกษาความเหมาะสมของการเตรียมเลือดเพื่อพัฒนาแนวทางการเตรียมเลือดในโรงพยาบาลตติยภูมิ ประเทศอิหร่าน พบว่าการผ่าตัดในกลุ่ม open heart มีการเตรียมเลือดอย่างเหมาะสม (C/T

ratio เท่ากับ 1.26) ส่วน vascular surgery มีการเตรียมเลือดมากเกินความจำเป็น (C/T ratio เท่ากับ 17) เช่นกัน และจากการศึกษาของ Mangwana และคณะ[17] พบว่าการผ่าตัด vascular มีค่า C/T ratio สูงสุดในกลุ่มการผ่าตัดศัลยกรรมหัวใจ หลอดเลือดใหญ่และทรวงอกที่เก็บข้อมูลทั้งหมด (C/T ratio 3.75) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Jeong-Shi Lin และคณะ[2] ที่ศึกษาความเหมาะสมของการเตรียมเลือดและอัตราการใช้เลือดระหว่างการผ่าตัดแต่ละชนิดในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในประเทศไต้หวัน พบว่าการผ่าตัดศัลยกรรมหัวใจหลอดเลือดใหญ่และทรวงอก มีอัตราการใช้เลือดระหว่างการผ่าตัดที่สูงกว่าการผ่าตัดชนิดอื่นแต่การผ่าตัด CABG และ aneurysm repair มีการเตรียมเลือดอย่างเหมาะสม (ค่า transfusion probability เท่ากับ 80.5 และ 95)

การศึกษาของ R. Thabah และคณะ[3] ทำการศึกษาความเหมาะสมในการเตรียมเลือดในแต่ละชนิดของการผ่าตัดในโรงพยาบาลตติยภูมิ ประเทศอินเดีย พบว่าการผ่าตัดศัลยกรรมหัวใจ หลอดเลือดใหญ่และทรวงอกนั้น มีค่า C/T ratioที่แตกต่างกันในแต่ละหัตถการ โดยการผ่าตัด PDA ligation และการผ่าตัด mediastinal mass มีการเตรียมเลือดมากเกินความจำเป็น (ค่า C/T ratio เท่ากับ 7 และ 4 ตามลำดับ) ในขณะที่การผ่าตัด lower lung lobectomy และ lung decortication มีการเตรียมเลือดอย่างเหมาะสม (ค่า C/T ratio เท่ากับ 1 และ 2 ตามลำดับ) ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาในครั้งนี้ที่การผ่าตัด thoracic ทุกชนิด มีการเตรียมเลือดมากเกินความจำเป็น เช่น การผ่าตัด lung decortication นั้น มีค่า C/T ratio เท่ากับ 4 และไม่มีการใช้เลือดในระหว่างการผ่าตัด lung lobectomy เป็นต้น ทั้งนี้อาจมีจำนวนผู้ป่วยในแต่ละการผ่าตัดที่น้อยเกินไป (right lower lung lobectomy 1 ราย และ lung decortications 4 ราย)

การเตรียมเลือดเพื่อผ่าตัดที่มากเกินไป สาเหตุน่าจะเกิดจากยังไม่มีการศึกษาถึงความคุ้มค่าในการจองเลือดอย่างจริงจังแพทย์ส่วนใหญ่จองเลือดเป็นปกติตามที่เคยทำประจำ รวมถึงนโยบายของโรงพยาบาลที่ไม่มีการเตรียมเลือดด้วยวิธี type and screening (T&S)ในบางชนิดของการผ่าตัดที่ไม่จำเป็นต้องใช้เลือด

ผลการศึกษาของความเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมของการเตรียมเลือดเพื่อผ่าตัดสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการนำไปพัฒนาเป็นแนวทางการเตรียมเลือดเพื่อผ่าตัด (MSBOS) เพื่อลดการเตรียมเลือดมากเกินจำเป็น ซึ่งช่วยลดภาระงานของบุคลากร ลดภาวะเครียดในการทำงาน มีการเก็บเลือดสะสมในคลังเลือดได้อย่างเพียงพอและลดค่าใช้จ่ายที่สิ้นเปลืองลงได้ จากการศึกษาของ Mahar FK และคณะ[16]ทำการเก็บข้อมูลก่อนและหลังเริ่มใช้แนวทาง MSBOS ในการเตรียมเลือดเพื่อผ่าตัดศัลยกรรม กรณีไม่เร่งด่วน ในโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยขนาด 700 เตียง ในการผ่าตัด CABG พบว่าค่า C/T ratio ก่อนและหลังประกาศใช้แนวทางMSBOS เท่ากับ 4.77 และ 1 ตามลำดับ ทำให้มีการใช้เลือดได้อย่างเหมาะสมมากขึ้นอย่างชัดเจน ส่งผลให้มีผลดีดังที่กล่าวไว้ข้างต้น ซึ่งหลังจากใช้แนวทาง MSBOS เป็นระยะเวลา 1 ปี สามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายสิ้นเปลืองลงได้ร้อยละ 60 เช่นเดียวกับการศึกษาของ Alghamdi และคณะ[20] แสดงให้เห็นด้วยว่าหลังจากใช้แนวทาง MSBOS เป็นระยะเวลา 4 เดือนสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายสิ้นเปลืองลงได้ร้อยละ 22.04 (จาก $55,560 เป็น $43,316)

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีค่าใช้จ่ายสำหรับการเตรียมเลือดที่ไม่ได้ใช้คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่สูญเสียไปทั้งสิ้นจำนวน 446,940 บาทและหากนำค่า Ti และผลการศึกษาครั้งนี้มาใช้พัฒนาแนวทางการเตรียมเลือดเพื่อการผ่าตัดศัลยกรรมหัวใจหลอดเลือดและทรวงอกจะเป็นประโยชน์อย่างมากทั้งต่อผู้ป่วยและองค์กรในอนาคต

อย่างไรก็ตามการผ่าตัดในกลุ่มนี้ยังถือว่าเป็นการผ่าตัดที่มีความเสี่ยงต่อการเสียเลือดสูงและมีภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรงเกิดขึ้นได้ ซึ่งหากมีภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรงเกิดขึ้นผู้ป่วยมีความจำเป็นที่ต้องได้รับเลือดอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการพัฒนาแนวทาง MSBOS จะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ป่วยเป็นหลักร่วมด้วยเสมอ

ข้อจำกัดของการศึกษาเนื่องจากเป็นการศึกษาเชิงพรรณนาแบบย้อนหลัง ทำให้ข้อมูลบางส่วนไม่สมบูรณ์ และในบางชนิดของการผ่าตัดมีจำนวนผู้ป่วยที่น้อย อาจทำให้ค่า C/T ratio แปลผลไม่สอดคล้องกับค่าอื่นได้ อย่างไรก็ตาม C/T ratio ถือเป็นค่าหลักที่ใช้พิจารณาความเหมาะสมของการเตรียมเลือด[13,14]

ข้อเสนอแนะ ควรมีการพัฒนาแนวทางการเตรียมเลือดเพื่อการผ่าตัดที่เหมาะสมของโรงพยาบาลศรีนครินทร์และศูนย์หัวใจสิริกิติ์ฯ มหาวิทยาลัยขอนแก่นและทำการศึกษาภายหลังจากใช้แนวทางการเตรียมเลือดเพื่อพัฒนาแนวทางที่เหมาะสมต่อไป

สรุป

การผ่าตัดศัลยกรรมหัวใจ หลอดเลือดใหญ่และทรวงอก กรณีไม่เร่งด่วน มีการเตรียมเลือดเพื่อการผ่าตัดโดยรวมได้อย่างเหมาะสม แต่มีการผ่าตัดบางชนิดที่ยังคงมีการเตรียมเลือดมากเกินความจำเป็น ได้แก่ การผ่าหัวใจ closed heart, thoracic และ endovascular procedure หากนำข้อมูลที่ได้

ไปปรับปรุงแนวทางการเตรียมเลือดสำหรับการผ่าตัดให้เหมาะสมต่อไปจะทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรได้อย่างคุ้มค่า

References

1. Chanachaisuwan P. Blood Utilisation in Elective Surgery at Police General Hospital. Journal of Hematology and Transfusion Medicine 2010;20(2):93-104.
2. Lin JS, Chen YJ, Tzeng CH, Lyou JY, Lee CH. Revisiting of preoperative blood ordering policy--a single institute's experience in Taiwan. J Chin Med Assoc. 2006;69(11):507-11.
3. Thabah R, Sailo LT, Bardoloi J, Lanleila M, Lyngdoh NM, Yunus M, Bhattacharyya P. Maximum Surgical Blood order Schedule in a newly set-up tertiary care hos-pital. Anaesthesia, Pain and Intensive Care 2013;17:28-32.
4. Mann K, Sim I, Ali T, Chong P, Leopold P, Hatrick A, et al. Removing the need for crossmatched blood in elective EVAR. Eur J Vasc Endovasc Surg. 2012;43(3):282-5.
5. Davoudi-kiakalayeh A, Faranoush M, Haghbin A, Behboudi F. Reviewing the Blood Ordering Schedule in Tertiary Trauma Center. Iranian Journal of Blood and Cancer 2013;6:27-31.
6. Mahattanobon S, Sunpaweravong S. Blood order guideline for elective surgery: impact of a guideline. Songkla Med J 2008;26(5):491-500.
7. Jayaranee S, Prathiba R, Vasanthi N, Lopez CG. An analysis of blood utilization for elective surgery in a tertiary medical centre in Malaysia. Malays J Pathol. 2002;24(1):59-66.
8. Chanthawong S, Neramittagapong A, Silarat S, Naewthong P, Boonmala S. Optimizing Preoperative Blood Ordering for Pediatric Cardiovascular and Thoracic Surgery in Srinagarind Hospital and Queen Sirikit Heart Center of the Northeast, Khon Kaen University. Srinagarind Med J 2017;32(3):244-51.
9. Poomsawat S, Jitjuk M, Chau-in W, Wittayapairoj A, Wittayapairoj A. Preoperative blood preparing for electivespine surgery: ratio of actual usage, expense and appropriate use of resources. Thai J Anesthesiol. 2015;41(3):155-65.
10. Litu D, Simajareuk S, Chau-in W, Boonsangcharoen P, Vachirodom D. Pre-operative routine cross-match for elective breast surgery: An appropriate use of resources. Srinagarind Med J 2012;27:401-7.
11. Chotisukarat H, Akavipat P, Sookplung P, Damrongbul K. Effectiveness index of preoperative blood preparation for elective neurosurgery at Prasat Neurological Institute. Thai J Anesthesiol. 2017;43(3):232-40.
12. Frank SM, Rothschild JA, Masear CG, Rivers RJ, Merritt WT, Savage WJ, et al. Optimizing preoperative blood ordering with data acquired from an anesthesia information management system. Anesthesiology 2013;118:1286-97.
13. Novis DA, Renner S, Friedberg R, Walsh MK, Saladino AJ. Quality indicators of blood utilization: three College of American Pathologists Q-Probes studies of 12,288,404 red blood cell units in 1639 hospitals. Arch Pathol Lab Med 2002;126:150-6.
14. Miller RD. Transfusion therapy. In: Miller RD, editor. Anesthesia 7th ed. Philadelphia: Churchill Livingstone Inc; 2009;1739-66.
15. Friedman BA, Oberman HA, Chadwick AR, Kingdon KI. The maximum surgical blood order schedule and surgical blood use in the United States. Transfusion. 1976;16(4):380-7.
16. Mahar FK, Moiz B, Khurshid M, Chawla T. Implementation of Maximum Surgical Blood Ordering Schedule and an Improvement in Transfusion Practices of Surgeons subsequent to Intervention. Indian J Hematol Blood Transfus. 2013;29(3):129-33.
17. Mangwana S, Bedi N, Yadav P, Chugh R. Optimization of blood transfusion services: Analysis of blood requisition and utilization practices in cardiac surgical patients in a tertiary care hospital, India. 2017;2(1):47-51.
18. Geissler RG, Rotering H, Buddendick H, Franz D, Bunzemeier H, Roeder N, et al. Utilisation of blood components in cardiac surgery: a single-centre retrospective analysis with regard to diagnosis-related procedures. Transfus Med Hemother. 2015;42(2):75-82.
19. Brevig J, McDonald J, Zelinka ES, Gallagher T, Jin R, Grunkemeier GL. Blood transfusion reduction in cardiac surgery: multidisciplinary approach at a community hospital. Ann Thorac Surg. 2009;87(2):532-9.
20. Alghamdi S, Gonzalez B, Howard L, Zeichner S, LaPietra A, Rosen G, et al. Reducing blood utilization by implementation of a type-and-screen transfusion policy a single-institution experience. Am J Clin Pathol. 2014;141(6):892-5.