

รายงานผู้ป่วย

Transfusion-Related Acute Lung Injury (TRALI)

ภักพล วงศ์ไชยา¹ และ วรณพร โรจนปัญญา²

¹งานธนาคารเลือด กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์ ²กลุ่มงานอายุรกรรม โรงพยาบาลเชียงรายประชานุเคราะห์

บทคัดย่อ

Transfusion-related acute lung injury (TRALI) เป็นภาวะที่ปอดได้รับบาดเจ็บเฉียบพลันหลังจากได้รับเลือดและส่วนประกอบของเลือดภายใน 6 ชั่วโมง ส่วนใหญ่เกิดจากแอนติบอดีที่มีความจำเพาะต่อ human leukocyte antigens (HLA) และ human neutrophil antigens (HNA) มักพบในส่วนประกอบของเลือดที่มีพลาสมาของผู้บริจาคเลือดเพศหญิงที่เคยตั้งครรภ์มาก่อน บทความนี้รายงานผู้ป่วยชายไทย อายุ 22 ปี มีโรคประจำตัว severe Hemophilia A เกิดภาวะแทรกซ้อนหายใจหลังจากได้รับส่วนประกอบของเลือดชนิด fresh frozen plasma (FFP) มีอาการเจ็บปอด ประกอบด้วยภาวะขาดออกซิเจนและมีภาวะปอดบวม น้ำทั้งสองข้าง ผลการตรวจหาแอนติบอดีที่มีความจำเพาะต่อ HLA และ HNA ของผู้บริจาคเลือดเพศหญิงได้ผล positive ผู้ป่วยได้รับการรักษาด้วยการบำบัดด้วยออกซิเจนและให้เครื่องช่วยหายใจ สามารถหยุดการใช้เครื่องช่วยหายใจได้หลังจาก 48 ชั่วโมง

คำสำคัญ ● TRALI ● Lung injury ● FFP

วารสารโลหิตวิทยาและเวชศาสตร์บริการโลหิต 2560;27:57-62.

ได้รับต้นฉบับ 23 พฤศจิกายน 2559 รับลงตีพิมพ์ 21 กุมภาพันธ์ 2560

ต้องการสำเนาต้นฉบับติดต่อ นายภักพล วงศ์ไชยา งานธนาคารเลือด กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลเชียงรายประชานุเคราะห์ 1039 ถ.สถานพยาบาล ต.เวียง อ.เมือง จ.เชียงราย 57000 e-mail: pakkapol14w@gmail.com

Case Report

Transfusion-Related Acute Lung Injury (TRALI): A Case Report

Pakkapol Wongchaiya¹ and Wannaphorn Rotchanapanya²

¹Division of Blood Bank, Department of Medical Technology; ²Department of Medicine, Chiangrai Prachanukroh Hospital

Abstract:

Transfusion-related acute lung injury (TRALI) is a syndrome characterized by acute lung injury within 6 hours of transfusion. The specific antibodies to human leukocyte antigen (HLA) and human neutrophil antigens (HNA) associated with TRALI are found in plasma-containing blood components prepared from female donors with history of pregnancy. A 22-year-old Thai male with severe Hemophilia A developed sudden respiratory complications consisting of hypoxemia and bilateral pulmonary infiltration after transfusion of fresh frozen plasma (FFP). The testing of specific antibodies to HLA and HNA in female blood donor were positive. The patient was treated by oxygen supplementation and ventilator support. He could be weaned off mechanical ventilator after 48 hours.

Keywords : ● TRALI ● Lung injury ● FFP

J Hematol Transfus Med 2017;27:57-62.

บทนำ

Transfusion-related acute lung injury (TRALI) เป็นภาวะแทรกซ้อนจากการให้เลือดและส่วนประกอบเลือด จัดอยู่ในกลุ่ม non-hemolytic transfusion reactions โดยที่ปอดได้รับอันตรายหรืออักเสบเฉียบพลันหลังจากได้รับเลือดและส่วนประกอบของเลือด ภายใน 6 ชั่วโมง ซึ่งก่อนหน้านี้ผู้ป่วยไม่มีประวัติเป็นโรคหัวใจและไม่ได้อยู่ในกลุ่มเสี่ยงของโรคที่เกี่ยวข้องกับปอด ไม่มีความเสี่ยงอื่นๆที่อาจทำให้เกิดปอดอักเสบอย่างเฉียบพลัน ไม่ได้มีสาเหตุมาจากการได้รับเลือดและส่วนประกอบของเลือดปริมาณมากเกินไป เกณฑ์การวินิจฉัย TRALI¹ ได้แก่

1. มี acute lung injury ร่วมกับ มีภาวะขาดออกซิเจน (hypoxemia) $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 300 \text{ mmHg}$ or Oxygen saturation $< 90\%$
2. Bilateral infiltrates on frontal chest radiography
3. No evidence of left atrial hypertension
4. No temporal relationship to an alternative risk factor for acute lung injury (ALI) during 6 hrs of completed transfusion

อาการที่พบ มีไข้ หาวสั้น หายใจหอบเหนื่อย และความดันเลือดต่ำ (hypotension) TRALI มีกลไกการเกิดที่ค่อนข้างหลากหลาย พบว่าปัจจัยที่ทำให้เกิด TRALI อาจเกิดจากระดับ reactive lipids ในส่วนประกอบของเลือดเพิ่มขึ้น อายุของส่วนประกอบของเลือดที่ใกล้หมดอายุ ซึ่งมี C3a และ C5a หรือ cytokines ในถุงเลือด² ส่วนใหญ่มักเกิดจากแอนติบอดีที่มีความจำเพาะต่อ human leukocyte antigen (HLA) (class I และ class II) และ human neutrophil antigens (HNA)^{3,4} โดยมักพบในเลือดและส่วนประกอบของเลือดของผู้บริจาคเพศหญิงที่เคยตั้งครรภ์มาแล้ว³ ส่วนประกอบของเลือดที่มีพลาสมา ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิด TRALI คือ fresh frozen plasma (FFP), red blood cells (RBCs) และ platelets⁵

แอนติบอดีพวกนี้จะทำลายเซลล์ทุกชนิดของผู้ป่วยที่มีการแสดงออกของ HLA ได้ทันที โดยเฉพาะเซลล์เยื่อหุ้มปอดมีการทำลาย basement membrane ทำให้เกิดการรั่วของโปรตีนและสารน้ำเข้ามาในถุงลมปอด เกิดภาวะ pulmonary edema ขึ้นตามมา²

รายงานผู้ป่วย

ผู้ป่วยชายไทย อายุ 22 ปี หมู่เลือด O, Rh (D) positive น้ำหนัก 87 กิโลกรัม มีโรคประจำตัวคือ severe Hemophilia A แพทย์รักษาโดยให้ส่วนประกอบของเลือดชนิด cryoprecipitate

และ Factor VIII concentrates เป็นครั้งๆ ตามอาการเลือดออกผิดปกติ

ครั้งนี้ผู้ป่วยรู้สึกปวดขาหนีบและข้อเท้าขวา จึงมาตรวจที่โรงพยาบาล สงสัยว่าจะมีเลือดออกในข้อดังกล่าว เนื่องจาก cryoprecipitate ขาดแคลน แพทย์จึงให้การรักษาด้วย FFP 4 ยูนิต ต่อวันแทน โดยได้รับยาแก้แพ้ และยาขับปัสสาวะก่อนให้ FFP ผู้ป่วยไม่มีประวัติโรคหัวใจหรือโรคที่เกี่ยวข้องกับปอดมาก่อนหน้านี้ โดยวันแรกที่ได้รับ FFP จำนวน 4 ยูนิต งดสูดหายใจหมดพบว่ามีผื่นขึ้น ได้รับการฉีดยาแก้แพ้ อาการผู้ป่วยดีขึ้น วันที่สอง ที่ได้รับ FFP จำนวน 4 ยูนิต พบว่าให้ FFP ยูนิตแรก ปริมาตร 180 มล. และขณะได้ FFP ยูนิตที่สอง ประมาณ 160 มล. (หลังจากเริ่มให้ส่วนประกอบของเลือด 50 นาที) ผู้ป่วยมีอาการหนาวสั่น (chill), ไอ (cough) และหายใจเหนื่อย จึงหยุดการให้ FFP ทันที ผลการตรวจร่างกาย ตรวจวัดระดับสัญญาณชีพ (vital sign) พบ ชีพจร 120 ครั้งต่อนาที อัตราการหายใจ 24 ครั้งต่อนาที Respiratory พบบ tachypnea, rhonchi both lung ตรวจวัด Oxygen saturation on room air เท่ากับ 79% แพทย์เวรได้ให้ออกซิเจน Nasal O₂ Cannula 5 LPM SpO₂ 90% และได้ส่งทำ Chest X-ray (หลังได้รับ FFP ประมาณ 2 ชั่วโมง ปริมาตร FFP รวม 340 มล.) พบ diffused reticular infiltration both lungs, more on the left (Figure 1) หลังจากนั้นได้นำส่ง FFP ยูนิตที่ผู้ป่วยเกิดอาการ ณ ขณะนั้น พร้อมทั้งเจาะเก็บตัวอย่างเลือดผู้ป่วย นำส่งธนาคารเลือดเพื่อตรวจสอบหาสาเหตุเบื้องต้น

Transfusion reaction investigation

ธนาคารเลือดได้ทำการ ตรวจสอบลักษณะตัวอย่างเลือดของผู้ป่วยหลังจากได้รับ FFP ไม่พบว่ามีภาวะเม็ดเลือดแดงแตก ตรวจหมู่เลือด ABO grouping และ Rh(D) typing ของผู้ป่วยอีก

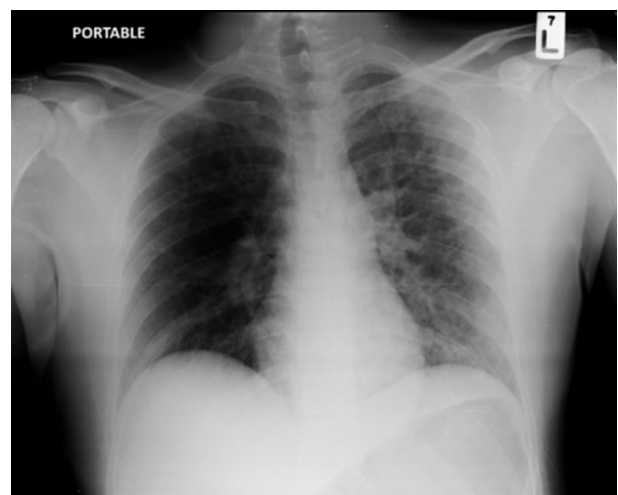


Figure 1 Diffused reticular infiltration both lungs, more on the left

ครั้งได้ผลหมู่เลือด O, Rh (D) positive ตรวจหมู่เลือด ABO grouping ในถุง FFP ยูนิตที่เกิดอาการ ได้ผลหมู่เลือด O ทั้งนี้ได้ทดสอบความเข้ากันได้ด้วยวิธีการทำ minor crossmatch ที่อุณหภูมิห้อง ได้ผล compatible ซึ่งการตรวจหาหมู่เลือดและการทดสอบความเข้ากันได้ ทำด้วยวิธี conventional tube technique ทั้งนี้ได้ทำการตรวจ direct antiglobulin test (DAT) ของผู้ป่วยเพิ่มเติมด้วยวิธี column agglutination technology (CAT) หลังจากการได้รับ FFP ผล negative และนำถุง FFP ส่งเพาะเชื้อจากเลือด (hemoculture) ผลการเพาะเชื้อคือ ไม่พบเชื้อแบคทีเรียปนเปื้อนในถุง FFP

วิจารณ์อาการทางคลินิก

จากลักษณะทางคลินิก พบว่าผู้ป่วยมีอาการหายใจเร็ว (tachypnea) และมีภาวะขาดออกซิเจน (hypoxemia) โดยไม่พบลักษณะของอาการแพ้ ได้แก่ ผื่น หรือปฏิกิริยาแพ้รุนแรงเฉียบพลัน (anaphylaxis) ผู้ป่วยเป็นเพศชาย อายุน้อย ไม่มีประวัติโรคหัวใจ โรคไต หรือเหนื่อยง่ายมาก่อนหน้านี้ เกิดอาการเหนื่อยหลังจากได้รับ FFP ยูนิตที่สอง 160 มล. (รวมกับยูนิตแรก คิดรวมปริมาตร FFP ที่ผู้ป่วยได้รับทั้งหมด 340 มล.) โดยไม่พบลักษณะทางคลินิกที่เข้าได้กับการได้รับเลือดและส่วนประกอบของเลือดปริมาณเลือดมากเกินไปในระบบไหลเวียน โดยในขณะนั้นผู้ป่วยมีอาการที่เข้าได้กับภาวะสงสัย TRALI คือ มีอาการเกิดขึ้นเฉียบพลัน (acute onset) และมีภาวะขาดออกซิเจน (hypoxemia) Oxygen saturation < 90% จึงได้ติดตามอาการผู้ป่วยอย่างใกล้ชิด เพราะมีโอกาสที่ผู้ป่วยจะเหนื่อยมากขึ้น ภายใน 6 ชั่วโมงหลังจากได้ส่วนประกอบของเลือด จึงได้ส่งทำ chest X-ray และติดตามภาวะขาดออกซิเจน ร่วมกับการรักษาโดยการให้ออกซิเจน

ต่อมาผู้ป่วยมีอาการเหนื่อยมากขึ้น ผล arterial blood gas (ABG) พบว่า $\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2$ เท่ากับ 97 mmHg และ oxygen saturation (O_2sat) เท่ากับ 72.3% แพทย์จึงพิจารณาให้การรักษาโดยการใส่ท่อช่วยหายใจ (intubation and on ventilator) หลังจากได้รับ FFP ประมาณ 20 ชั่วโมง ขณะใส่ท่อช่วยหายใจ แพทย์สั่ง chest X-ray เพื่อดูลักษณะปอดอีกครั้ง พบ diffused alveolar infiltration in both lungs, more on the right (Figure 2) จึงรักษาโดยการให้ oxygenation with ventilator support ด้วยเครื่องช่วยหายใจ โดยไม่ได้ให้ยาปฏิชีวนะ (antibiotic) หรือยาขับปัสสาวะ (diuretic) หลังจากนั้นเมื่อผ่านไปประมาณ 48 ชั่วโมง ผู้ป่วยอาการดีขึ้นเรื่อยๆ และสามารถหยุดการให้ออกซิเจนและหยุดการใช้เครื่องช่วยหายใจได้ในเวลาต่อมา

แพทย์สั่ง chest X-ray เพื่อติดตามการดีขึ้นของปอดอีกครั้ง พบว่ามี improvement of alveolar infiltration in both lungs,

now remaining minimal degree in right upper lung (Figure 3) หลังจากได้รับ FFP ประมาณ 65 ชั่วโมง

ผล chest X-ray มี bilateral infiltrates on frontal chest radiography รวมถึงผล arterial blood gas ที่เข้าเกณฑ์การเกิดภาวะ TRALI แพทย์ผู้รักษาจึงประสานงานกับธนาคารเลือดให้ตรวจสอบประวัติผู้บริจาคเลือดที่นำมาเตรียมส่วนประกอบของเลือดชนิด FFP ซึ่งผู้ป่วยได้รับและเกิดอาการ โดยพบว่า FFP จำนวนสองยูนิตที่ได้รับ (ปริมาตรรวม 340 มล.) ยูนิตแรกเตรียมจากผู้บริจาคเพศหญิง และยูนิตที่สองเตรียมจากผู้บริจาคเพศชาย ธนาคารเลือดจึงติดตามผู้บริจาคเลือดเพศหญิงคนดังกล่าว และสอบถามประวัติการตั้งครรภ์พบว่า มีบุตรมาแล้วจำนวน 3 คน เนื่องจากผู้บริจาคเพศหญิงที่มีประวัติการตั้งครรภ์มักพบว่ามี การกระตุ้นให้สร้างแอนติบอดีที่มีความจำเพาะต่อ HLA และ/หรือ



Figure 2 Diffused alveolar infiltration in both lungs, more on the right



Figure 3 Improvement of alveolar infiltration in both lungs, now remaining minimal degree in right upper lung after 65 hours post transfusion

Table 1 Result of HLA antibody testing

PRA	Result	PRA%	Specificity
T-cell	Negative		
B-cell	Positive	97	DR1, DR103, DR7, DR8, DR9, DR10, DR12, DR13, DR14, DR15, DR16, DR17, DR18, DR51, DR52, DR53

PRA, panel reactive antibody

HNA จึงเจาะเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อส่งตรวจหาแอนติบอดีต่อ HLA และ/หรือ HNA เพื่อนำผลตรวจมาประกอบการวินิจฉัยของแพทย์

ผลตรวจ HLA antibody จากหน่วยห้องปฏิบัติการเม็ดโลหิตขาวและเกล็ดโลหิต ฝ่ายห้องปฏิบัติการพิเศษ ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย โดยวิธี fluorescent bead assay (Luminex®) ตรวจโดยใช้น้ำยา LABScreen Multi ของบริษัท One Lambda, Canoga Park, CA พบว่าผลตรวจเลือดผู้บริจาคเพศหญิงมีแอนติบอดีต่อ HLA class II ดัง Table 1 และมีแอนติบอดีต่อ HNA-1b โดยที่ผู้บริจาคไม่มีผล HLA typing

จากพยาธิสภาพของผู้ป่วยมีอาการเฉียบพลัน มีภาวะขาดออกซิเจน ($\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 < 300 \text{ mmHg}$ และ Oxygen saturation $< 90\%$) เอกซเรย์ทรวงอกพบภาวะปอดบวมน้ำทั้งสองข้าง และไม่ได้เกิดจาก circulation overload โดยก่อนหน้านี้ผู้ป่วยไม่มีโรคที่เกี่ยวกับปอด ไม่มีภาวะ acute lung injury ซึ่งเกิดอาการหลังจากได้รับ FFP ภายใน 6 ชั่วโมง ร่วมกับผลตรวจเลือดผู้บริจาคมีแอนติบอดีต่อ HLA และ HNA จึงทำให้แพทย์ผู้รักษาวินิจฉัยว่าผู้ป่วยรายนี้เกิดภาวะ TRALI

วิจารณ์

ในประเทศไทยได้จัดทำระบบการเฝ้าระวังความปลอดภัยของโลหิตระดับชาติ (National Hemovigilance) เพื่อเฝ้าระวังการใช้เลือดและส่วนประกอบของเลือด โดยได้ตระหนักถึงภาวะเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์จากการได้รับเลือดและส่วนประกอบของเลือด เพื่อให้บุคลากรที่เกี่ยวข้องเกิดความเข้าใจในภาวะแทรกซ้อนของการให้เลือดและส่วนประกอบของเลือด โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ถึงปัญหา ความถี่ ความรุนแรง เพื่อหาสาเหตุและกำหนดมาตรการนำไปพัฒนาระบบการใช้เลือดและส่วนประกอบของเลือด ให้มีความปลอดภัยมากขึ้น โดยที่ภาวะ TRALI ก็จัดอยู่ในกลุ่มภาวะแทรกซ้อนจากการรับเลือด (adverse transfusion reactions) และต้องมีการเฝ้าระวัง

จากรายงานในต่างประเทศ ในประเทศสหรัฐอเมริกาพบการเกิดจากการพบอุบัติการณ์ของ TRALI คือ 1:5,000 ของจำนวนยูนิต³ จากการให้ส่วนประกอบของเลือดที่มี plasma และประเทศอังกฤษพบอุบัติการณ์ของ TRALI จากการให้ FFP คือ 1:7,900 ของจำนวนยูนิต⁴ พบอัตราผู้เสียชีวิตร้อยละ 5-25⁶

ในผู้ป่วยรายนี้ได้รับ FFP จากผู้บริจาคเพศหญิง ซึ่งมีประวัติการตั้งครรภ์และมีบุตรจำนวน 3 คน ผลการตรวจเลือดผู้บริจาคมีการสร้างแอนติบอดีที่จำเพาะต่อ HLA และ HNA จากงานวิจัยพบว่าหญิงที่เคยตั้งครรภ์ จะกระตุ้นให้สร้างแอนติบอดีที่มีความจำเพาะต่อ HLA (class I, class II) และ HNA ซึ่งหญิงที่มีประวัติตั้งครรภ์จะสามารถกระตุ้นให้สร้างแอนติบอดีได้ถึงร้อยละ 21-24⁷⁻⁸

ธนาคารเลือดต้องมีระบบการแจ้งเตือนทุกครั้งสำหรับผู้ป่วยมีประวัติภาวะ TRALI ควรบันทึกประวัติการตรวจพบแอนติบอดีต่อ HLA และ HNA ในข้อมูลผู้บริจาคเลือด ไม่ควรใช้เลือดและส่วนประกอบของเลือดจากผู้บริจาคเคยเดิม แนะนำให้ผู้บริจาคเลือด งดบริจาคเลือดโดยอธิบายถึงความสำคัญของภาวะ TRALI ถ้าผู้ป่วยจำเป็นได้รับเลือดและส่วนประกอบของเลือดในครั้งต่อไป ควรได้รับจากผู้บริจาคเลือดเพศชาย ซึ่งในประเทศอังกฤษได้จัดทำระบบเฝ้าระวังที่เรียกว่า serious hazards of blood transfusion หรือ SHOT มีนโยบายใหม่ให้ใช้พลาสมาเฉพาะของผู้บริจาคเพศชายเท่านั้น^{9,10} นอกจากนี้ American Red Cross ได้มีรายงานการลดลงของการเกิดภาวะ TRALI จากการใช้พลาสมาจากผู้บริจาคเลือดเพศชายเช่นกัน จากงานวิจัยนโยบายนี้สามารถลดอัตราการเกิด TRALI ได้อย่างชัดเจน¹¹ และ International Society for Blood Transfusion (ISBT) ได้แนะนำให้มีการตรวจคัดกรองแอนติบอดีต่อเม็ดเลือดขาวในผู้บริจาคเลือด แอนติบอดีที่ควรตรวจคัดกรองคือแอนติบอดีต่อ human neutrophil antigens (HNA-1a, HNA-1b, HNA-2, HNA-3a), HLA Class I (HLA-A2) และ Class II ซึ่ง ISBT ได้แนะนำให้มีการตรวจคัดกรองในผู้บริจาคเลือดที่มีความเสี่ยงเช่น หญิงที่มีประวัติตั้งครรภ์ ผู้ที่เคยปลูกถ่ายอวัยวะและเคยได้รับเลือด¹²

สรุป

ภาวะ transfusion-related acute lung injury (TRALI) มีความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตของผู้ป่วย ซึ่งการวินิจฉัยและรักษาได้อย่างทันท่วงที สามารถทำให้ผู้ป่วยกลับสู่ภาวะปกติได้ ดังนั้นบุคลากรที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น แพทย์ พยาบาล นักเทคนิคการแพทย์ ผู้ปฏิบัติงานธนาคารเลือดต้องมีความรู้ความเข้าใจ มีความตระหนักถึงความสำคัญและความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้น

คณะกรรมการพัฒนาระบบเอกสาร คณะกรรมการเฝ้าระวังความปลอดภัยของโลหิตศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในงานบริการโลหิต จึงได้จัดทำคู่มือแนวทางการเฝ้าระวังความปลอดภัยของโลหิตเพื่อให้ความรู้ความเข้าใจแก่บุคลากรที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้เพื่อให้การบริการโลหิตที่จะต้องปลอดภัยทั้งผู้บริจาคเลือดและผู้ป่วยที่รับเลือด จึงมีการรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุและวิธีแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยให้บุคลากรที่เกี่ยวข้อง หาแนวทางในการป้องกันร่วมกัน เพื่อให้เกิดความปลอดภัยของโลหิตที่จะให้แก่ผู้ป่วย

เอกสารอ้างอิง

1. National Blood Centre, Thai Red Cross Society. Guideline on Hemovigilance. Bangkok : Udomsuksa, 2015:29-32.
2. Vongchan P. Complications of blood transfusion. In: Klang-sinsirikul P, ed. Immunohematology and Blood Bank. Chiangmai: Thanaban, 2008:13-11-13-12.
3. Popovsky MA, Moore SB. Diagnostic and pathologic consideration in transfusion related acute lung injury. *Transfusion* 1985;25: 573-7.
4. Wallis JP, Lubenko A, Wells AW, Chapman CE. Single hospital experience of TRALI. *Transfusion* 2003;43:1053-9.
5. Holness L, Knippen MA, Simmons L, Lachenbruch PA. Fatalities caused by TRALI. *Transfus Med Rev* 2004;18:184-8.
6. Wallis JP, Sachs UJ. Transfusion-related acute lung injury. In: Simon TL, Snyder EL, Solheim BG, Stowell CP, Strauss RG, Petrides M, eds. *Rossi's Principles of Transfusion Medicine*. 4thed. Bethesda, MD : American Association of Blood Banks, 2009:870-84.
7. Triulzi DJ, Kleinman S, Kakaiya RM, Busch MP, Norris PJ, Steele WR, et al. The effect of previous pregnancy and transfusion on HLA alloimmunization in blood donors: implications for a transfusion-related acute lung injury risk reduction strategy. *Transfusion* 2009;49:1825-35.
8. Vassallo RR, Hsu S, Einarson M, Barone J, Brodsky J, Moroff G. A comparison of two robotic platforms to screen plateletpheresis donors for HLA antibodies as part of a transfusion-related acute lung injury mitigation strategy. *Transfusion* 2010;50:1766-77.
9. Love E, Soldan K, Jones H. Serious hazards of transfusion. SHOT annual report 2000/2001[Internet]. 2002[cited 2016 Oct 25];93-5. Available from: <http://www.shotuk.org/wpcontent/uploads/2010/03/SHOT-Report-00-01.pdf>
10. Bolton-Maggs P, Poles D, Watt A, Cohen H, Thomas D. Serious hazards of transfusion. The Annual SHOT report 2012[Internet]. 2013[cited 2016 Oct 25]:152-7. Available from: <http://www.shotuk.org/wp-content/uploads/2013/08/SHOT-Annual-Report-2012.pdf>
11. Eder AF, Herron RM Jr, Strupp A, Dy B, White J, Notari EP, et al. Effective reduction of transfusion-related acute lung injury risk with male-predominant plasma strategy in the American Red Cross (2006-2008). *Transfusion* 2010;50:1732-42.
12. Bierling P, Bux J, Curtis B, Flesch B, Fung L, Lucas G, et al. Recommendations of the ISBT Working Party on Granulocyte Immunobiology for leucocyte antibody screening in the investigation and prevention of antibody-mediated transfusion-related acute lung injury. *Vox Sang* 2009;96:266-9.