

신선동결혈장의 적정수혈 분석

서유경 · 김문정 · 김신영 · 김현옥

연세대학교 의과대학 진단검사의학교실

= Abstract =

Audit of Appropriateness of Fresh Frozen Plasma Transfusion

Youkyung Seo, Moon Jung Kim, Sinyoung Kim, Hyun Ok Kim

Department of Laboratory Medicine, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Background: Fresh frozen plasma (FFP) transfusion is administered primarily for management of acquired bleeding disorders. However, in practice, FFP transfusion is increasing without a solid rationale.

Methods: We conducted an audit to evaluate the appropriateness of the indications for FFP transfusion during the period from July 2010 through June 2011. Assessment of the appropriateness of the indications was based on the national transfusion guidelines and the transfusion criteria promulgated by the Severance Hospital.

Results: In total, 17,733 units of plasma were transfused to 1,949 patients over 4,982 events. We found that administration of FFP was not in compliance with the recommended guidelines in 1,990 events. The number of total FFP transfusions was higher in medical departments (Gastroenterology) than in surgical departments (Thoracic and cardiovascular surgery, General surgery). However, the proportion of cases of inappropriate transfusion was higher in surgical departments than in medical departments. Both the total number of FFP transfusion and the proportion of inappropriate transfusion were high in patient with neoplasm, disease of the digestive system, and diseases of the circulatory system.

Conclusion: Continuous monitoring on appropriateness for FFP transfusion and feedback to the physician are critical in securing the transfusion safety as well as maintaining the quality of FFP transfusion. New-found indication for FFP transfusion should be investigated and applied in timely manner. (**Korean J Blood Transfus 2012;23:136-144**)

Key words: Fresh frozen plasma, Appropriate transfusion, Audit

서론

혈액제제의 공급은 제한적으로 이루어지므로 적절한 적응증의 환자에게 필요한 제제를 수혈하

는 것이 매우 중요하다. 우리나라는 적혈구나 혈소판의 경우는 그 사용량이 꾸준히 증가하고 있지만 대한적십자사 혈액원에서의 혈장제제 공급량은 2005년에는 608,724단위에서 2010년에는

접수일 : 2012년 7월 25일, 수정일 : 2012년 8월 17일, 승인일 : 2012년 8월 18일

책임저자 : 김 현 옥 120-752 서울시 서대문구 연세로 50 연세대학교 의과대학 진단검사의학교실

TEL: 02) 2228-2444, FAX: 02) 313-0956, E-mail: hyunok1019@yuhs.ac

605,202단위로 오히려 0.6% 감소하였다.¹⁾

수혈은 효용위험 측면에서의 고려도 필요한데, 대부분의 혈액제제는 안전성을 보장하기 위한 검사의 종류와 그 민감도에 있어 제한적이고, 환자 요인에 따라서도 부작용이 발생할 수 있으므로 그 사용을 신중히 결정해야 한다.²⁾ 특히 신선동결혈장 수혈의 경우, 일반적으로 널리 사용되는 적응증에서 오히려 수혈관련 급성폐손상(transfusion related acute lung injury, TRALI) 등의 위험만 높아질 뿐 유의한 수준의 효과는 없고, 다만, 대량수혈이 요구되는 외상환자, 다장기 기능부전 환자, 항응고요법 환자에서 발생한 뇌출혈의 경우에만 유의한 수준으로 사망률을 감소시킨다는 보고가 있을 뿐이다.³⁾ 신선동결혈장과 관련성이 높은 TRALI 예방을 위해 우리나라에서는 남성 헌혈자로부터 채혈한 혈장만을 수혈용으로 사용하는 정책을 2012년 3월 15일부터 도입하였고 영국의 경우에는 혈장헌혈자에게 미리 anti-HLA 항체 검사와 항호중구항체(anti-neutrophil antibody) 검사를 실시하여 양성인 경우 혈장 헌혈자로서 배제하는 정책을 도입한 후 TRALI에 대한 발생 빈도를 현저히 낮추었다고 보고하였다.^{4,5)}

최근 국내에서도 신선동결혈장의 적정 사용에 대한 인식이 높아지고 수혈가이드라인 개정도 지속적으로 이루어지는 상황에서, 실제 그 사용 현황을 종합의료기관인 세브란스병원에서의 신선동결혈장사용에 대한 적정성을 전산 시스템을 이용하여 평가하였다.

대상 및 방법

세브란스병원에서는 2009년 대한수혈학회에서 발간한 수혈가이드라인에²⁾ 기초하여 수혈적정성을 평가하는 전산시스템을 구축하였고, 이를 토대로 2010년 7월 1일부터 2011년 6월 30일까지

1년간 혈액은행을 통해 출고된 신선동결혈장의 사용적정성에 대한 평가를 시행하였다. 신선동결혈장의 적정 사용 평가 기준은 수혈 직전의 프로트롬빈시간(prothrombin time, PT) 및 이의 international normalized ratio (INR)와 활성화부분트롬보플라스틴시간(activated partial thromboplastin, aPTT)의 값이 정상범위의 1.5배(각각 17.4초, 1.6, 52.1초) 이상, 섬유소원 100 mg/dL 이하를 기준으로 하였다. 그리고 혈전혈소판감소자색반병, 용혈요독증후군 환자와 24시간 이내 적혈구를 10단위

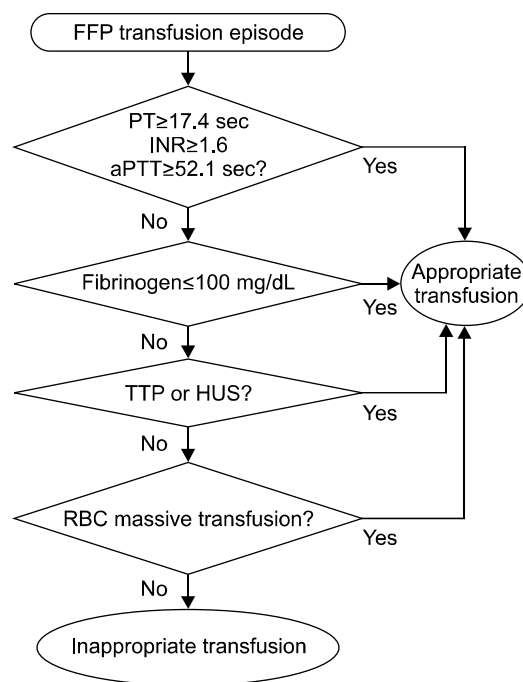


Fig. 1. The algorithm for the decision of appropriateness of fresh frozen plasma transfusion. Abbreviations: FFP, fresh frozen plasma; PT, prothrombin time; INR, international normalized ratio; aPTT, activated partial thromboplastin; TTP, thrombotic thrombocytopenic purpura; HUS, hemolytic uremic syndrome; RBC, red blood cell.

이상 대량수혈을 한 환자들도 적절한 수혈로 판단하였다(Fig. 1).⁶⁾ 이들 자료는 역일(calendar day)을 기준으로 하루 동안, 한 명의 환자에게, 한 명의 의사가 처방하고, 이들의 적정성 여부가 동일할 때를 하나의 사건(one event)으로 정의하였다.

의무기록과 연동되어 있는 임상자료 검색 시스템(clinical data retrieval system)을 이용하여, 신선동결혈장 수혈 한 건에 대하여 수혈 받은 환자의 나이, 성별, 환자의 주진단, 혈액제제를 처방한 진료과를 조사하였다. 또한 사용 건수 및 부적절 건수에서 높은 비율을 보인 질병군과 진료과에 대해 수술이나 침습적 시술과 관련성이 있을 것에 착안하여, 수혈이 발생한 날에 수술 시행 여

부를 조사하였다. 주진단명은 세계보건기구의 국제질병분류(international classification of diseases, ICD) 10차 개정본에⁷⁾ 따라, 수술명은 국제의료행위분류(International Classification of Diseases, Clinical Modification) 9차 개정본에^{8,9)} 따라 분류하였다.

본 연구에서는 신선동결혈장의 사용 현황과 관련된 보고이므로 통계와 관련된 분석은 시행하지 않았다.

결 과

신선동결혈장은 1년 간 총 1,949명에게 4,982

Table 1. The fresh frozen plasma transfusion detailed by the departments

Department	Total events	Events with inappropriate FFP transfusion	Percentage of events with inappropriate FFP transfusion	Events with appropriate FFP transfusion	Percentage of events with appropriate FFP transfusion
Thoracic and cardiovascular surgery	550	414	75.3	136	24.7
General surgery	645	292	45.3	353	54.7
Pediatrics	626	297	47.4	329	52.6
Gastroenterology	1,070	211	19.7	859	80.3
Pulmonology	453	139	30.7	314	69.3
Trasplantation surgery	312	123	39.4	189	60.6
Hematology	294	119	40.5	175	59.5
Neurosurgery	131	91	69.5	40	30.5
Oncology	161	52	32.3	109	67.7
Anesthesiology	113	50	44.2	63	55.8
Cardiology	173	40	23.1	133	76.9
Infectious diseases	163	37	22.7	126	77.3
Emergency medicine	73	35	47.9	38	52.1
Obstetrics & gynecology	36	28	77.8	8	22.2
Nephrology	90	21	23.3	69	76.7
Urology	23	11	47.8	12	52.2
Orthopedic surgery	10	7	70.0	3	30.0
Head and neck surgery	6	5	83.3	1	16.7
Others	53	18	34.0	35	66.0
Total	4,982	1,990	39.9	2,992	60.1

Table 2. Fresh frozen plasma transfusion detailed by the broad diagnoses of the International Classification of Diseases (ICD)-10

ICD chapter	Blocks	Title	Total events	Events with inappropriate FFP transfusion	Percentage of events with inappropriate FFP transfusion	Events with appropriate FFP transfusion	Percentage of events with appropriate FFP transfusion
II	C00-D48	Neoplasms	1,709	721	42.2	988	57.8
XI	K00-K93	Diseases of the digestive system	969	235	24.3	734	75.7
IX	I00-I99	Diseases of the circulatory system	631	368	58.3	263	41.7
XVII	Q00-Q99	Congenital malformations, deformations and chromosomal abnormalities	285	163	57.2	122	42.8
XIX	S00-T98	Injury, poisoning and certain other consequences of external causes	220	86	39.1	134	60.9
I	A00-B99	Certain infectious and parasitic diseases	214	65	30.4	149	69.6
X	J00-J99	Diseases of the respiratory system	199	76	38.2	123	61.8
XIV	N00-N99	Diseases of the genitourinary system	192	58	30.2	134	69.8
XVI	P00-P96	Certain conditions originating in the perinatal period	187	87	46.5	100	53.5
XIII	M00-M99	Diseases of the musculoskeletal system and connective tissue	95	44	46.3	51	53.7
VI	G00-G99	Diseases of the nervous system	72	30	41.7	42	58.3
III	D50-D89	Diseases of the blood and blood-forming organs and certain disorders involving the immune mechanism	63	6	9.5	57	90.5
IV	E00-E90	Endocrine, nutritional and metabolic diseases	56	7	12.5	49	87.5
XV	O00-O99	Pregnancy, childbirth and the puerperium	28	16	57.1	12	42.9
XXI	Z00-Z99	Factors influencing health status and contact with health services	28	19	67.9	9	32.1
XVIII	R00-R99	Symptoms, signs and abnormal clinical and laboratory findings, not elsewhere classified	20	4	20.0	16	80.0
XII	L00-L99	Diseases of the skin and subcutaneous tissue	9	2	22.2	7	77.8
XX	V01-Y98	External causes of morbidity and mortality	3	2	66.7	1	33.3
VII	H00-H59	Diseases of the eye and adnexa	1	1	100.0	0	0.0
V	F00-F99	Mental and behavioral disorders	1	1	100.0	0	0.0
Total			4,982	1,990	39.9	2,992	60.1

Table 3. The fresh frozen plasma transfusion detailed by the invasive procedure

ICD-9-CM procedure codes	Description	Total event	Procedures with inappropriate FFP transfusion	Percentage of procedures with inappropriate FFP transfusion	Procedures with appropriate FFP transfusion	Percentage of procedures with appropriate FFP transfusion
35-39	Operations On The Cardiovascular System	458	348	76.0	110	24.0
42-54	Operations On The Digestive System	217	119	54.8	98	45.2
01-05	Operations On The Nervous System	73	47	64.4	26	35.6
30-34	Operations On The Respiratory System	49	37	75.5	12	24.5
76-84	Operations On The Musculoskeletal System	40	33	82.5	7	17.5
55-59	Operations On The Urinary System	21	16	76.2	5	23.8
85-86	Operations On The Integumentary System	14	10	71.4	4	28.6
65-71	Operations On The Female Genital Organs	14	8	57.1	6	42.9
72-75	Obstetrical Procedures	7	6	85.7	1	14.3
40-41	Operations On The Hemic And Lymphatic System	8	6	75.0	2	25.0
06-07	Operations On The Endocrine System	5	4	80.0	1	20.0
21-29	Operations On The Nose, Mouth, And Pharynx	5	4	80.0	1	20.0
87-99	Miscellaneous Diagnostic And Therapeutic Procedures	7	3	42.9	4	57.1
60-64	Operations on the male genital organs	2	0	0.0	2	100.0
Total		920	641	69.7	279	30.3

회에 걸쳐 17,733단위가 수혈되어, 환자당 평균 2.6회, 1회 평균 3.6단위, 총 9단위의 신선동결혈장이 수혈되었다. 이들 중 999명(총 환자의 51.3%)에게 1,990회(총 건수의 39.9%) 동안 수혈된 6,770단위(총 수혈량의 38.2%)가 부적절 수혈로 평가되었고, 이는 환자당 1년 평균 1회(사분위 범위, 1~2회), 1회 평균 3단위(사분위 범위, 2~4단위)에 해당하였다. 환자는 남자 1,201명, 여자 748명이었고, 이들의 나이 중앙값은 남자가 57세(사분위 범위, 43~69세), 여자가 57세(사분위 범위, 39~69세)였다.

진료과별 사용 건수가 가장 많은 것은 순서대로 소화기내과(1,070건, 21.5%), 외과(645건, 12.9%), 소아청소년과(626건, 12.6%), 심장혈관외과(493건, 9.9%), 호흡기내과(453건, 9.1%)였다. 부적절 수혈 발생 건수가 많은 진료과는 심장혈관외과 및 흉부외과(414건), 소아청소년과(297건), 외과(292건), 소화기내과(211건), 호흡기내과(139건) 순이었고, 이들이 전체 부적절 수혈 1,990건 중 차지하는 비율은 순서대로 20.8%, 14.9%, 14.7%, 10.6%, 7.0%로, 다섯 개 진료과가 전체 부적절 수혈 건수의 68.0%를 차지하였다. 진료과별로 사용한 신선동결혈장 수혈 건수 중 부적절 사용이 차지하는 비율은 심장혈관외과 및 흉부외과, 산부인과, 정형외과, 이비인후과, 신경외과 5개 진료과에서 70% 이상의 비율을 보였고, 특히 심장혈관외과 및 흉부외과의 경우 그 사용량도 많았다(Table 1).

신선동결혈장은 국제질병분류별 사용 건수는 종양(C00-D48) 환자에서 전체의 34.3%에 해당하는 가장 높은 신선동결혈장 사용 건수를 보였고, 소화 계통의 질병(K00-K99)과 순환 계통의 질병(I00-I99)이 각각 19.5%, 12.7%로 총 사용 건수 대비 10% 이상의 비율을 보였다. 이 중 부적절 사용 총 1,990건수 대비 질병군별로 종양(C00-D48)이

36.2%로 가장 높았고, 그 다음으로 소화 계통의 질병(K00-K99)이 18.5%, 순환 계통의 질병(I00-I99)이 11.8%로 높은 비율을 나타내었다. 이들 질병군 각각에서 사용한 신선동결혈장 수혈 건수 중 부적절 사용이 차지하는 비율은 순환 계통의 질병(I00-I99)이 58.3%로 특히 높았고, 종양(C00-D48)이 42.2%, 소화 계통의 질병(K00-K99)이 24.3%였다(Table 2).

총 4,982건의 수혈 발생 중 18%인 920건에서 수술이 시행되었다. 이들 중 641건이 부적절 수혈로 평가되었고, 이는 총 부적절 수혈 1,990건 중 32%에 해당하는 비율이다. 수술별 사용 건수와 부적절 사용을 살펴보면, 순환 계통의 수술(Operations On The Cardiovascular System, 35-39)과 소화 계통의 수술(Operations On The Digestive System, 42-54)에서 총 사용 건수가 각각 458건, 217건이었고, 이 중 부적절 사용은 각각 76.0%, 54.8%로 높은 비율을 보였다(Table 3).

고 찰

국내에서의 신선동결혈장 사용량은 점차 감소하는 경향을 보이고 있다. 세브란스병원에서는 실제로 많은 양의 신선동결혈장을 사용하고 있기 때문에 이에 대한 적정성 평가는 쉽지 않았다. 그러나 병원 전산시스템(hospital information system)과 진단검사의학과의 전산시스템(laboratory information system)이 구축되면서 단순 사용량만을 평가하는 것이 아닌 검사정보시스템을 이용하여 수혈 적정성을 평가할 수 있게 되었다.

이번 평가에서 부적절 사용으로 평가된 많은 경우에서 응고검사 소견이 참고치보다는 지연되어 있으나, 수혈 지침 기준보다는 낮은 경우가 많아 응고검사에서 조금만 지연되어도 신선동결혈장 수혈을 고려하는 임상 의에 대한 교육이 필요

할 것으로 생각되었다. 수혈 가이드라인에서 출혈을 동반하지 않은 비정상 응고검사 결과의 교정을 위해 신선동결혈장을 사용하는 것은 부적절하다고 명시하고 있고, 여기에 제시된 적정 수혈의 응고검사 결과값 기준치는 PT는 참고범위 중간값의 1.5배 이상, aPTT는 참고치 상한의 1.5배 이상인 경우이나,²⁾ 실제로는 참고치 상한보다 약간 연장된 환자에게 신선동결혈장을 사용하고 있었다. 수혈을 결정하는 임상가가 참고치와 수혈지침 기준의 의미의 차이를 정확하게 이해한다면, 부적절한 신선동결혈장의 사용량을 현저히 감소시킬 수 있을 것으로 생각된다. 일반적으로 신선동결혈장 수혈은 응고인자의 보충을 주된 목적으로 한다. 특히, 대체 가능한 혈장분획제제나 재조합제 등이 있을 경우를 비롯하여, 비타민 K 투여로 교정 가능한 응고 이상이나 출혈을 동반하지 않은 비정상 응고검사 결과 교정, 인공심폐기 사용 시의 출혈 예방 등의 경우 그 사용을 권장하지 않는다.²⁾ 이러한 수혈지침은 신선동결혈장 수혈이 환자에게 대조군에 비해 유리한 점이 없음을 밝히는 연구에 의해 뒷받침되어 왔다.¹⁰⁾ 그러나 신선동결혈장의 사용 현황을 분석한 결과, 이러한 수혈 지침과 별개로 많은 경우에 환자에게 신선동결혈장을 예방적으로 수혈하고 있었다. 신선동결혈장 수혈의 위험성, 특히 TRALI에 관한 연구들은 최근에서야 대두되기 시작하여,¹¹⁻¹³⁾ 임상 의사의 경험에 주로 의존하는 수혈 관행의 시정이 필요할 것으로 생각된다.

의료기술의 발달에 따라 반드시 필요한 치료로 신선동결혈장 수혈이 포함되기도 한다. 신선동결혈장을 이용한 혈장교환술은 ABO 부적합 신이식이나 간이식 시 많은 경우에 수술 전 보조요법으로 시행하고 있다.¹⁴⁾ 이는 알부민을 이용한 수회의 혈장교환술에 의해 발생할 수 있는 희석혈액응고장애(dilutional coagulopathy)를 방지하

기 위한 것으로, McLeod는 이러한 사용을 적절하다고 평가하고 있다.¹⁵⁾ 그러나 일부 의료기관에서는 알부민만으로 혈장교환술을 시행하고 있고,¹⁶⁾ ABO 부적합 고형장기 이식에 관한 지침뿐 아니라¹⁷⁾ 우리나라의 수혈가이드라인에는 아직 이러한 적응증에 대한 언급이 거의 없어 본 연구에서는 부적절 사용으로 평가하였다. 그러나 전국적으로 급격히 늘어나고 있는 ABO 부적합 고형장기 이식에서의 이식 전 신선동결혈장을 이용한 혈장교환술의 적정성 여부는 추후 논의가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구에는 그 분석을 시행함에 있어 몇 가지 제한점이 있었다. 첫째, 임상적으로 명확히 구분 가능한 여러 번의 수혈이 발생하였다 하여도, 역일을 기준으로 하나의 사건으로만 처리될 수밖에 없었다. 그러나 본 연구는 수혈과 관련된 상황을 정확하게 알기 위한 목적이었으므로, 교정을 통한 분석은 시행하지 않았다. 둘째, 한 기관에서 일 년이라는 제한적인 시간 동안의 정보가 모든 것을 대표하는 자료라고 평가하기에는 어려움이 있다.

본 연구는 수혈의 적정성을 유지하기 위해서 각 의료기관에서 수혈 적정성이 항상 평가되고, 그 평가 결과를 임상 의사들에게 정기적으로 알려주는 과정이 중요함을 보여주는 기초 자료로 사용될 수 있을 것으로 생각된다.

요 약

배경: 신선동결혈장은 응고인자의 보충을 위한 치료적 투여를 주된 목적으로 하지만, 실제로 적응증이 아닌 경우에도 부적절하게 사용되는 경우가 종종 있다.

방법: 2010년 7월부터 2011년 6월까지 1년간 세브란스병원 혈액은행에서 출고된 신선동결혈

장의 적정 사용에 대한 평가를 시행하였다. 평가 기준은 2009년 대한수혈학회에서 발간한 수혈가이드라인과 세브란스병원의 수혈적정성 평가 전산시스템에 기초하였다.

결과: 신선동결혈장은 1년 간 총 1,949명에게 4,982회에 걸쳐 17,733단위가 출고되었고, 이 중 1,990회(총 건수의 39.9%)가 부적절 수혈로 평가되었다. 진료과별 사용 건수는 소화기내과 등의 내과 계열이 흉부외과나 일반외과 등의 외과 계열보다 많았다. 그러나 부적절 사용 비율은 외과 계열이 내과 계열보다 높았다. 질병분류별 사용 건수와 이들의 부적절 사용 비율은 유사한 양상을 보였는데, 중앙, 소화 계통의 질병, 순환 계통의 질병군이 높은 사용 건수와 부적절 사용 비율을 보였다.

결론: 수혈의 적정성 유지를 위해서는 각 의료기관에서 수혈 적정성이 항상 평가되고, 그 결과를 임상 의사들에게 정기적으로 피드백하는 과정이 중요하며, 이와 더불어 신선동결혈장 수혈 적응증에 대한 새로운 고찰이 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Korean Red Cross. Annual Report on Blood Services Statistics 2010. 2012
2. Guidelines for Blood Transfusion. Korea: Korea Center for Disease Control and Prevention, 2011
3. Murad MH, Stubbs JR, Gandhi MJ, Wang AT, Paul A, Erwin PJ, et al. The effect of plasma transfusion on morbidity and mortality: a systematic review and meta-analysis. *Transfusion* 2010;50:1370-83
4. 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
5. Powers A, Stowell CP, Dzik WH, Saidman SL, Lee H, Makar RS. Testing only donors with a prior history of pregnancy or transfusion is a logical and cost-effective transfusion-related acute lung injury prevention strategy. *Transfusion* 2008;48:2549-58
6. Park J, Kim S, Kim JJ, Han Y, Kim H, Lee JH, et al. Development of computerized blood audit program using laboratory information system. *Korean J Blood Transfus* 2009;20:201-11
7. International statistical classification of disease and related health problems, Tenth Revision (ICD-10). 2nd ed. Geneva: World Health Organization, 2005
8. International Classification of Diseases, Ninth Revision, Clinical Modification (ICD-9-CM). Maryland, US: The National Center for Health Statistics (NCHS)
9. International classification of disease 9th revision clinical modification volume III. Korea: Korean Medical Record Association, 2004
10. Consten EC, Henny CP, Eijmans L, Dongelmans DA, van Oers MH. The routine use of fresh frozen plasma in operations with cardiopulmonary bypass is not justified. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996;112:162-7
11. Keller-Stanislawski B, Lohmann A, Günay S, Heiden M, Funk MB. The German Haemovigilance System--reports of serious adverse transfusion reactions between 1997 and 2007. *Transfus Med* 2009;19:340-9
12. Chapman CE, Stainsby D, Jones H, Love E, Massey E, Win N, et al; Serious Hazards of Transfusion Steering Group. Ten years of

- hemovigilance reports of transfusion-related acute lung injury in the United Kingdom and the impact of preferential use of male donor plasma. *Transfusion* 2009;49:440-52
13. Bercovitz RS, Kelher MR, Khan SY, Land KJ, Berry TH, Silliman CC. The pro-inflammatory effects of platelet contamination in plasma and mitigation strategies for avoidance. *Vox Sang* 2012;102:345-53
14. Winters JL, Gloor JM, Pineda AA, Stegall MD, Moore SB. Plasma exchange conditioning for ABO-incompatible renal transplantation. *J Clin Apher* 2004;19:79-85
15. McLeod BC. Plasma and plasma derivatives in therapeutic plasmapheresis. *Transfusion* 2012; 52 Suppl 1:38S-44S
16. Tobian AA, Shirey RS, Montgomery RA, Ness PM, King KE. The critical role of plasmapheresis in ABO-incompatible renal transplantation. *Transfusion* 2008;48:2453-60
17. Montgomery RA, Hardy MA, Jordan SC, Racusen LC, Ratner LE, Tyan DB, et al; Antibody Working Group on the diagnosis, reporting, and risk assessment for antibody-mediated rejection and desensitization protocols. Consensus opinion from the antibody working group on the diagnosis, reporting, and risk assessment for antibody-mediated rejection and desensitization protocols. *Transplantation* 2004;78:181-5