

# 국내 백혈구여과제거 혈액제제의 사용현황

## The Status of Use of Leukoreduced Blood Products in Korean Hospitals

최승준<sup>1</sup> · 김신영<sup>1</sup> · 김현옥<sup>1</sup> · 권정란<sup>2</sup> · 이상원<sup>2</sup> · 신영학<sup>2</sup>

Seung Jun Choi, M.D.<sup>1</sup>, Sinyoung Kim, M.D.<sup>1</sup>, Hyun Ok Kim, M.D.<sup>1</sup>, Jeong Ran Kwon, P.H.O.<sup>2</sup>, Sang Won Lee, Ph.D.<sup>2</sup>, Young-Hack Shin, Ph.D.<sup>2</sup>

연세대학교 의과대학 진단검사의학교실<sup>1</sup>, 질병관리본부 혈액안전감시과<sup>2</sup>

Department of Laboratory Medicine<sup>1</sup>, Yonsei University College of Medicine, Seoul; The Division of Human Blood Safety Surveillance<sup>2</sup>, Korea Centers for Disease Control & Prevention, Cheongwon, Korea

**Background:** Leukoreduced blood components are recommended for prevention of non-hemolytic febrile transfusion reactions, HLA alloimmunization, platelet transfusion refractoriness, and transfusion-transmissible diseases. In addition, prestorage leukoreduction may be advantageous to poststorage leukoreduction. The authors investigated the current status of usage of leukoreduced blood components in Korea.

**Methods:** We surveyed 2,373 medical facilities, where blood components were supplied from Korean Red Cross blood centers and/or Hanmaeum blood center during one year period between January and December 2009. The survey was conducted about the current situation of usage of leukoreduction by web-based program (<http://bms.cdc.go.kr>), and 743 facilities answered and were analyzed.

**Results:** The leukoreduced RBC components comprised 10.3% (pstorage leukoreduction, 91,066 units, 5.7%; poststorage leukoreduction 73,192 units, 4.6%) of the total 1,593,098 units of RBC components used in 743 medical facilities. The leukoreduced platelet concentrates comprised 33.1% (458,552 units) of the total 1,386,184 units of platelet concentrates used in 397 medical facilities. If 1 single donor platelet is counted as 6 platelet concentrates, 48.9% of the total platelet components used were leukoreduced.

**Conclusions:** The proportion of leukoreduced blood components to the total blood components used in Korea was much lower than that in United States of America, especially lower in the use of prestorage leukoreduction of RBC components. Further studies are required for cost-effectiveness and demand-supply amounts of leukoreduced blood components, and appropriate prestorage leukoreduction has to be performed in Korea based on these studies.

**Key Words:** Leukoreduction, Leukoreduced RBC, Leukoreduced platelet, Prestorage leukoreduction, Universal leukoreduction

## 서론

전혈로부터 혈액성분제제를 제조하는 과정에서 상당량의 백혈구가 적혈구제제 및 혈소판제제에 잔존하게 된다[1]. 이러한 혈액제제 내에 포함된 백혈구로 인하여 비용혈성 발열수혈반응(non-he-

molytic febrile transfusion reaction), HLA 동종면역, 혈소판수혈불응(platelet refractoriness), 거대세포바이러스감염 등의 부작용이 발생하며[1-3], 이를 예방하기 위하여 백혈구가 제거된 혈액제제의 사용이 권고되고 있다[4].

혈액제제 내의 백혈구제거 방법은 크게 저장전 여과법(prestorage filtration)과 저장후 여과법(poststorage filtration)으로 나눌 수 있다. 특히, 저장전 여과법은 저장후 여과법에 비하여 비용혈성 발열수혈반응이나 백혈구에서 유래된 생체활성물질에 의한 수혈반응 등 백혈구에 의한 부작용을 예방하는데 더 효과적이다[5, 6]. 또한 저장전 여과법은 표준화된 백혈구제거 방법에 의해서 보다 양질의 혈액제제를 제조할 수 있으며, 혈액제제를 보다 신속하게 출고하여 수혈할 수 있고, 백혈구 여과 필터의 재고관리, 백혈구제거 방법과 관련된 의료인의 교육 등 행정적인 측면에서 유리하다[7-10]. 따라서 캐나다를 비롯한 19개 국가에서는 의무적으로 저장전 백혈구 여과제거를 시행하는 정책(universal leukoreduction, ULR)을 도입하였다[11]. 비용-효과적인 측면에서 아직 ULR을 도입하지

**Corresponding author:** Sinyoung Kim, M.D.

Department of Laboratory Medicine, Gangnam Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine, 211 Eonju-ro, Gangnam-gu, Seoul 135-720, Korea

Tel: +82-2-2019-3533, Fax: +82-2-2019-4822, E-mail: sykim@yuhs.ac

Received: February 21, 2012

Revision received: April 9, 2012

Accepted: May 11, 2012

This article is available from <http://www.labmedonline.org>

© 2012, Laboratory Medicine Online

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

않은 미국에서도 전혈 및 적혈구제제의 80.4%, 전혈 유래 혈소판 제제의 47.1%에서 저장전 백혈구여과제거법을 사용하고 있다[12].

이에 본 연구에서는 2010년 질병관리본부 학술연구용역[13]으로 수행되었던 국내 의료기관 수혈 관련 설문조사의 자료 중에서 백혈구제거 혈액제제의 사용 현황을 별도로 분석하여 향후 ULR 도입 시의 기초자료로 제공하고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 대상

2009년 1월 1일부터 12월 31일까지 1년간 대한적십자사 혈액원 또는 대한산업보건협회부설 한마음혈액원으로부터 수혈용 혈액 제제를 공급받은 전국 의료기관 2,373개 기관을 대상으로 설문조사를 시행하였다.

### 2. 방법

설문조사는 웹 기반의 질병관리본부 혈액관리시스템(<http://bms.cdc.go.kr>)을 개발한 후, 각 의료기관별 접속 아이디와 비밀번호가 명시된 설문조사지를 우편발송하였고, 각 의료기관 담당자가 접속하여 설문조사를 시행하도록 하였다. 설문조사는 2010년 10월 25일부터 11월 5일까지 11일간 시행하였으며, 설문에 응답한 743개 의료기관에서 회신한 자료를 분석하였다.

각 의료기관의 2009년 1월 1일부터 12월 31일까지 1년간 각 의료기관 내에서 사용된 적혈구제제와 혈소판제제를 대상으로 각 혈액제제별 수혈량과 폐기량을 조사하였다. 단, 타 의료기관으로 출고된 혈액제제, 각 의료기관에서 현혈을 받아 제조된 혈액제제, 그리고 자가현혈에 의한 혈액제제는 제외하였다. 적혈구제제는 농축적혈구제제, 세척적혈구제제 및 백혈구여과제거 농축적혈구제제로 구분하였으며, 백혈구여과제거 농축적혈구제제는 대한적십자사 혈액원에서 공급하는 저장전 백혈구여과제거 농축적혈구제제 (prestorage leukoreduced-packed RBC, prestorage LR-RBC)와 의료기관 내에서 제조된 저장후 백혈구여과제거 농축적혈구제제 (poststorage leukoreduced-packed RBC, poststorage LR-RBC)로 세분하였다. 혈소판제제는 농축혈소판제제(platelet concentrates, PC), 백혈구여과제거 농축혈소판제제(leukoreduced platelet concentrates, LRPC) 및 성분채혈혈소판제제(single donor platelets, SDP)로 구분하였다. 대상 혈액제제의 사용량은 수혈량과 폐기량의 합으로 정의하였고, 성분채혈혈소판제제 1단위는 혈소판제제 6단위로 환산하여 계산하였다.

설문 회신자료의 정확성을 증대시키기 위해서, 대한적십자사 혈액원 및 한마음혈액원에서 공급된 각 기관별 혈액제제 공급량과 설문 회신자료에서의 수혈량과 폐기량의 합계(사용량)를 대조하

였다. 공급량과 사용량의 오차가 10%를 초과하는 경우 해당 병원으로 다시 연락하여 설문 회신자료의 검토를 요청하여 자료를 수정하였다. 오류의 주된 원인으로는 농축적혈구제제와 백혈구여과제거 적혈구제제의 중복입력, 성분채혈혈소판제제와 백혈구여과제거 농축혈소판제제의 중복입력, 성분채혈혈소판제제 1단위를 농축혈소판제제 6단위로 환산하여 입력한 경우 등이었다.

## 결 과

### 1. 설문 회신 의료기관의 특성

대상이 된 2,373개의 기관 중 설문에 응답한 기관은 743개였다 (31.3%). 743개 설문 회신 의료기관의 기관분류는 종합병원 212개 기관(28.5%), 병원 296개 기관(39.8%), 요양병원 83개 기관(11.2%), 의원 150개 기관(20.2%), 기타 2개 기관(각 0.2%)이었다. 설문에 회신한 의료기관에서 2009년 사용된 혈액제제는 적혈구제제 1,593,098단위, 농축혈소판제제 1,386,184단위, 성분채혈혈소판제제 71,282단위로 2009년 국내 성분혈액제제 공급량의 각각 82.5%, 86.4%, 85.7%를 점유하였다(Table 1).

### 2. 백혈구여과제거 적혈구제제의 사용 현황

743개 설문 회신 의료기관 중 2009년 1월 1일부터 12월 31일까지 적혈구제제를 1단위 이상 사용한 의료기관은 710개였다. 이중 백혈구여과제거 적혈구제제를 사용하지 않는 의료기관은 628개 기관이었으며, 82개 의료기관은 백혈구여과제거 적혈구제제를 사용하였다. 82개 의료기관 중 종합병원이 68개(82.9%)로 가장 많았으며, 백혈구여과제거 적혈구제제의 99.3%가 이들 68개 종합병원에서 사용되었다. 82개 의료기관 중 prestorage LR-RBC만 사용한 기관은 13개, poststorage LR-RBC만 사용한 기관은 56개, 두 가지를 병행하는 기관이 13개 기관이었다. 82개 기관에서 사용한 전체 적혈구제제는 883,824단위이고, 이중 prestorage LR-RBC는 91,066단

**Table 1.** Share of blood components by hospitals participated in this survey

Blood components	No. of supplied units by blood establishment	No. of used units by hospitals participated in survey			Percent of share
		No. of transfused	No. of discarded	Total	
RBCs	1,931,523	1,569,708	23,390	1,593,098	82.5
WBD Platelets	1,604,207	1,365,009	21,175	1,386,184	86.4
Apheresis platelets	83,143	70,727	555	71,282	85.7
Fresh frozen plasma	671,200	561,013	15,431	576,444	85.9
Cryoprecipitate	47,871	37,866	826	38,692	80.8

Abbreviation: WBD Platelets, whole blood derived platelets.

위(10.3%), poststorage LR-RBC는 73,192단위(8.3%)로 백혈구여과제거 적혈구는 전체 적혈구제제 사용량의 18.6%를 차지하였다 (Table 2). 또한 사용된 백혈구여과제거 적혈구제제 164,258단위 중 prestorage LR-RBC가 91,066단위(55.4%), poststorage LR-RBC가 73,192단위(44.6%)로 저장전 백혈구여과제거 방법이 약간 더 많이 사용되었다.

710개 설문 회신 의료기관에서 1년간 사용된 1,593,098단위의 적혈구제제 중에서 prestorage LR-RBC는 91,066단위(5.7%), poststorage LR-RBC는 73,192단위(4.6%)로 백혈구여과제거 적혈구제제의 총 비율은 10.3%이었다(Table 2).

### 3. 백혈구여과제거 혈소판제제의 사용 현황

743개 설문 회신 의료기관 중 2009년 1월 1일부터 12월 31일까지 혈소판제제를 1단위 이상 사용한 의료기관은 397개였다. 이중 백혈구여과제거 혈소판제제를 전혀 사용하지 않는 의료기관은 298개 기관이었으며, 백혈구여과제거 혈소판제제를 1단위 이상 사용한 의료기관은 99개로, 그 중 종합병원이 93개(93.9%)로 가장 많았다. 이 중 12개 의료기관은 LRPC를 사용하였으며, 57개 기관은 SDP를 사용하였으며, 30개 기관은 LRPC와 SDP를 모두 사용하였다. 397개 혈소판제제 사용 의료기관에서 1년간 사용된 1,386,184단위의 농축혈소판제제 중 458,552단위(33.1%)가 백혈구여과제거 농축혈소판제제로 사용되었다. SDP 1단위를 혈소판농축액 6단위로 환산하면, 1년간 사용된 1,813,876단위의 혈소판제제 중에서 886,244단

위(48.9%)가 백혈구여과제거 혈소판제제로 사용되었다(Table 3).

## 고찰

혈액제제에서 여과법 등을 이용한 백혈구의 제거는 비용혈발열 부작용, 백혈구로 인해 생기는 조직적합성항원과 관련된 동종면역과 이로 인한 혈소판수혈 불응화, 백혈구에 존재하는 거대세포바이러스의 전파 등의 부작용을 방지할 수 있다. 특히, 저장전 백혈구여과제거 혈액제제는 혈액제제 내의 백혈구에서 분비되는 cytokine과 같은 체액성 물질에 의한 부작용 및 동종면역의 빈도를 감소시킬 수 있어, 외국에서는 활발히 이루어지는 추세이다. 이에 1998년 프랑스, 캐나다, 룩셈부르크를 시작으로 현재까지 19개국에서 universal leukoreduction 제도를 시행하고 있다[11].

미국의 경우 universal leukoreduction을 시행하고 있지는 않지만, 2011년 보고된 미국의 2009 국가 혈액제제의 수집 및 사용조사 보고서(The 2009 national blood collection and utilization survey report) [12]에 따르면, 2008년 제조된 전혈 및 적혈구제제 중 80.4%인 13,791,000단위가 저장 전 백혈구제거가 이루어졌다. 이는 2006년 70.6% (11,312,000단위)에 비하여 10%나 증가된 것이다. 전혈 유래 혈소판제제의 경우 2006년 37.4% (897,000단위, apheresis-equivalent unit)에서 2008년 47.1% (926,000단위)로 증가하였는데, 1999년 이후 전혈 유래 혈소판제제의 제조는 감소하고 있으며, 성분채혈혈소판제제의 사용이 증가하는 것(2008년 1,823,000단위)을 감

Table 2. Number of used LR-RBC and RBC components according to leukoreduction method in 2009

Classification	No. of hospitals	No. of used prestorage LR-RBCs	No. of used poststorage LR-RBCs	No. of used RBCs	% share of LR-RBCs
Leukoreduced RBCs used					
Prestorage only	13	6,149	-	128,836	4.8
Poststorage only	56	-	46,354	398,798	11.6
Prestorage & Poststorage	13	84,917	26,838	356,190	31.4
Subtotal	82	91,066	73,192	883,824	18.6
Leukoreduced RBCs not used	628	-	-	709,274	0.0
Total	710	91,066	73,192	1,593,098	10.3

Abbreviation: LR-RBCs, leukoreduced-RBCs.

Table 3. Number of used platelet components according to leukoreduction method in 2009

Classification	No. of hospitals	No. of used PC	No. of used LRPC	No. of used SDP	No. of used platelet components*	% share of leukoreduced platelet component
PC only	298	109,447	-	-	109,447	0.0
PC & LRPC	12	17,638	2,099	-	19,737	10.6
PC & SDP	57	445,556	-	29,788	624,284	28.6
PC & LRPC & SDP	30	354,991	456,453	41,494	1,060,408	66.5
Total	397	927,632	458,552	71,282	1,813,876	48.9

\*No. of used platelet components = No. of used PC + No. of used LRPC + 6 × No. of used SDP.

Abbreviations: PC, platelet concentrate; LRPC, leukoreduced platelet concentrate; SDP, single donor platelet.

안하여 미국 내에서 사용되는 혈소판제제의 대다수가 백혈구제제가 이루어지고 있음을 알 수 있다.

이와 같이 많은 국가에서 universal leukoreduction 제도를 도입하고, 미국에서의 저장전 백혈구여과제거 혈액제제의 사용이 증가하고 있는 것은 저장전 백혈구여과제거의 효용성을 많은 국가들에서 인정하고 있는 것으로 볼 수 있다.

국내에서 백혈구여과제거 농축적혈구제제를 1단위 이상 사용한 82개 의료기관에서의 전체 적혈구제제 중 백혈구여과제거 적혈구제제의 사용 비율(18.6%)은 미국에서의 백혈구여과제거 적혈구제제의 제조 비율(80.4%)과 상당한 차이를 보이는 것으로 나타났다. 또한 국내에서 사용된 백혈구여과제거 농축적혈구 중 저장후 백혈구여과제거 농축적혈구제제의 비율(44.6%)은 미국에서의 비율(1.74%)과 상당한 차이를 보였다. 상기한 바에 따르면, 미국에 비하여 국내에서의 적혈구제제의 백혈구여과제거의 비율도 낮고, 백혈구여과제거 적혈구제제 중 저장전 백혈구여과제거 농축적혈구제제의 비율도 미국에 비하여 현저하게 낮은 것으로 보인다. 물론 비용-효과적인 면이 충분히 검토되어야 하겠지만, 의료기관 내에서 제조한 백혈구여과제거 농축적혈구제제를 단독 혹은 저장전 백혈구여과제거 농축적혈구제제와 함께 사용하는 의료기관의 비율이 84.1%에 달하므로, 이는 사용량에 비해 공급량이 많이 부족한 것으로 생각될 수 있다. 백혈구여과제거술은 혈액제제 내의 백혈구에 의한 부작용들이 발생하거나, 신생아(4주)에서 수혈이 필요한 경우 인정되고 있으며, 보험 수가면에서는 큰 차이를 보이지 않는다. 그러므로, 본 연구에서 나타난 바와 같이, 사용된 백혈구여과제거 적혈구제제의 절반 이상이 저장후 백혈구여과제거를 시행하였다는 것은 수요량에 비해 공급량이 부족하다고 볼 수 있으므로, 저장전 백혈구여과제거 농축적혈구제제의 효용성 및 비용-효과에 대한 국내의 연구들이 이루어져야 하며, 이를 바탕으로 저장전 백혈구여과제거 혈액제제의 제조가 이루어져야 한다. 이를 위해서는 국내에서 대부분의 혈액제제를 공급하는 대한적십자사 혈액원 및 대한산업보건협회 부설 한마음혈액원과 의료기관이 연계할 수 있는 시스템을 구축하여, 백혈구여과제거 농축적혈구제제의 사용량을 고려하여 저장전 백혈구여과제거 적혈구제제의 제조가 이루어질 수 있는 환경이 필요하다. 특히, 국내 의료기관에서 사용되는 백혈구여과제거 농축적혈구제제의 대부분이 종합병원급의 의료기관에서 사용되므로, 우선적으로 종합병원급 의료기관과의 연계시스템의 마련이 필요하다.

본 연구의 한계점은 대상이 되었던 2,373개 의료기관 중 응답한 기관이 743기관(31.3%)이었다는 점이다. 그러나, 설문응답기관의 국내 총 혈액공급량에서의 혈액사용 점유율이 모든 혈액제제에서 80% 이상이었다. 그리고, 백혈구여과제거 혈액제제의 사용량의 대부분을 사용한 종합병원은 299개 기관 중 212개(70.9%)로 가장 높

은 응답률을 보여 2,373개 의료기관 전체와의 결과와 큰 차이를 보이지는 않을 것으로 생각된다. 설문조사의 회신 자료의 정확성 분석을 위하여 혈액사용량의 대다수를 차지하는 혈액공급량 상위 50개 기관의 공급량 자료와 회신내역 자료를 비교하였다. 이를 통해 오류가 발생한 원인을 분석해보았고, 백혈구여과제거 혈액제제와 관련된 원인으로는 1) 농축적혈구제제와 백혈구여과제거 적혈구제제의 혼동으로 인하여 회신 시에 중복으로 입력하는 경우, 2) 성분채혈혈소판제제와 백혈구여과제거 농축혈소판제제를 혼동한 경우, 3) 성분채혈혈소판제제 1단위를 농축혈소판제제 6단위로 환산하여 입력한 경우 등이 발견되었다.

본 연구를 통하여, 국내의 백혈구여과제거 농축적혈구의 점유율이 미국에 비하여 많이 낮으며, 특히, 저장전 백혈구여과제거 농축적혈구제제의 제조도 적게 이루어지는 것으로 나타났다. 본 연구를 통해, 국내 실정에 맞는 백혈구여과제거 혈액제제의 비용-효과적인 면에 대한 연구가 필요한 것으로 생각되며, 특히, 백혈구여과제거 혈액제제 대부분을 사용하는 종합병원급 의료기관부터 대한적십자사 혈액원 및 한마음혈액원 간의 연계시스템 구축을 통해 저장전 백혈구제거 혈액제제의 공급량을 조절하고, 종합병원급 의료기관 내에서도 자체적인 사용량 분석을 통하여, 혈액제제의 입고 직후 백혈구 제거를 시행할 혈액제제의 수량을 예측하여, 적절한 공급이 이루어지도록 해야 할 것이다.

## 요 약

**배경:** 백혈구제거 혈액제제는 비용혈 발열성수혈반응, HLA 동종면역, 혈소판 수혈불응, 수혈전파성감염 등의 부작용을 예방하기 위하여 사용되고 있다. 특히, 저장 전 여과법은 저장 후 여과법에 비하여 각종 수혈부작용을 예방하는데 더 효과적이다. 본 연구에서는 국내 백혈구여과제거 혈액제제의 사용현황에 대하여 조사하였다.

**방법:** 2009년 1월 1일부터 12월 31일까지 1년간 대한적십자사 혈액원 또는 대한산업보건협회부설 한마음혈액원으로부터 수혈용 혈액제제를 공급받은 전국 의료기관 2,373개 기관을 대상으로 설문조사를 시행하였다. 설문조사는 개발된 웹 기반의 프로그램(<http://bms.cdc.go.kr>)을 통하여 이루어졌으며, 설문조사에 응답한 743개의 의료기관의 자료로 연구를 수행하였다.

**결과:** 743개 설문 회신 의료기관에서 1년간 사용된 1,593,098단위의 적혈구제제 중에서 prestorage LR-RBC는 91,066단위(5.7%), poststorage LR-RBC는 73,192단위(4.6%)로 백혈구여과제거 적혈구제제의 총 비율은 10.3%이었다. 397개 혈소판제제 사용 의료기관에서 1년간 사용된 1,386,184단위의 농축혈소판제제 중 458,552단위(33.1%)가 백혈구여과제거 농축혈소판제제로 사용되었다. 1단위의 성분채혈혈소판제제를 6단위의 농축혈소판제제로 환산할 경우

전체 혈소판제제 사용량의 48.9%가 백혈구여과제거가 시행되었다. **결론:** 국내의 백혈구여과제거 농축적혈구의 점유율이 미국에 비하여 많이 낮으며, 특히, 저장전 백혈구여과제거 농축적혈구제제의 제조도 적게 이루어지는 것으로 나타났다. 향후 국내 실정에 맞는 백혈구여과제거 혈액제제의 효용성 및 비용-효과적인 면에 대한 연구들이 필요하며, 이들을 바탕으로 국내 실정에 맞는 저장전 백혈구여과제거술이 시행되어야 할 것으로 사료된다.

### 감사의 글

본 연구는 질병관리본부 학술연구용역사업(2010-E00669-00)의 지원에 의해 이루어졌음.

### 참고문헌

1. Lane TA. Leukocyte reduction of cellular blood components. Effectiveness, benefits, quality control, and costs. Arch Pathol Lab Med 1994; 118:392-404.
2. Miller JP and Mintz PD. The use of leukocyte-reduced blood components. Hematol Oncol Clin North Am 1995;9:69-90.
3. Dzik S, Aubuchon J, Jeffries L, Kleinman S, Manno C, Murphy MF, et al. Leukocyte reduction of blood components: public policy and new technology. Transfus Med Rev 2000;14:34-52.
4. Ratko TA, Cummings JP, Oberman HA, Crookston KP, DeChristopher PJ, Eastlund DT, et al. Evidence-based recommendations for the use of WBC-reduced cellular blood components. Transfusion 2001;41:1310-9.

5. Da Ponte A, Bidoli E, Talamini R, Steffan A, Abbruzzese L, Toffola RT, et al. Pre-storage leucocyte depletion and transfusion reaction rates in cancer patients. Transfus Med 2005;15:37-43.
6. Hammer JH, Mynster T, Reimert CM, Pedersen AN, Nielsen HJ. Reduction of bioactive substances in stored donor blood: prestorage versus bedside leucofiltration. Eur J Haematol 1999;63:29-34.
7. Sweeney JD. Universal leukoreduction of cellular blood components in 2001? Yes. Am J Clin Pathol 2001;115:666-73.
8. Heddle NM, Klama L, Meyer R, Walker I, Boshkov L, Roberts R, et al. A randomized controlled trial comparing plasma removal with white cell reduction to prevent reactions to platelets. Transfusion 1999;39: 231-8.
9. Ledent E and Berlin G. Inadequate white cell reduction by bedside filtration of red cell concentrates. Transfusion 1994;34:765-8.
10. Popovsky MA. Quality of blood components filtered before storage and at the bedside: implications for transfusion practice. Transfusion 1996;36:470-4.
11. Bassuni WY, Blajchman MA, Al-Moshary MA. Why implement universal leukoreduction? Hematol Oncol Stem Cell Ther 2008;1:106-23.
12. Report of the US Department of Health and Human Services. The 2009 national blood collection and utilization survey report. Washington, DC: US Department of Health and Human Services, Office of the Assistant Secretary for Health, 2011.
13. Kim S. Development of national blood collection and utilization data monitoring system. Seoul: National Institute of Health, Korea, 2010.