국내 중소의료기관의 수혈전검사 및 장비 현황

임진숙¹ · 임영애² · 임환섭³ · 임채승⁴ · 김준년⁵ · 최영실⁵ · 조현정⁵ · 정경은⁵ · 권계철¹

충남대학교병원 진단검사의학과¹, 아주대학교 의과대학 진단검사의학교실², 서울의과학연구소³, 고려대학교 구로병원 진단검사의학과⁴, 질병관리본부 혈액안전감시과⁵

Current Status of Pretransfusion Tests and Equipments in Small and Medium Sized Hospitals in Korea

Jinsook Lim¹, Young Ae Lim², Hwan Sub Lim³, Chae Seung Lim⁴, Jun Nyun Kim⁵, Young-Sill Choi⁵, Hyun-jung Jo⁵, Kyeong Eun Jeong⁵, Gye Cheol Kwon¹

Department of Laboratory Medicine, Chungnam National University Hospital¹, Daejeon, Department of Laboratory Medicine, Ajou University School of Medicine², Suwon, Seoul Medical Science Institute³, Yongin, Department of Laboratory Medicine, Korea University Guro Hospital⁴, Seoul, The Division of Human Blood Safety Surveillance, Korea Centers for Disease Control and Prevention⁵, Cheongju, Korea

Background: The appropriate procedures and equipment for the pretransfusion test are fundamental to a safe blood transfusion. The present study aimed to assess the current status of procedures and equipment for pretransfusion tests at small- and medium-sized medical institutions, as well as to use this basic raw data to better manage blood transfusions at these institutions.

Methods: Offline and online questionnaire surveys were performed at institutions that used between 24 and 1,000 units of blood products in 2014. A total of 338 institutions participated, and the survey results were subsequently analyzed.

Results: Among 307 institutions where on-site ABO blood typing was performed, 15.0%, 2.1%, and 43.5% did not conduct ABO serum typing, RhD typing, and irregular antibody screening tests, respectively, and 12.8% only conducted the saline phase for crossmatching. Moreover, among 338 institutions, only 66.7% of blood banks had centrifuges, 84.5% had 37°C incubators, 41.1% had slide view boxes; in addition, 66.1% and 18.6% had refrigerators and deep freezers, respectively, for blood storage.

Conclusion: Certain small- and medium-sized institutions did not have the essential equipment required to operate as blood banks. Moreover, they also needed to improve their testing procedures. To address these issues, the initiation of systematic training programs and the employment of institutional strategies are necessary to enhance testing procedures and equipment, respectively. (Korean J Blood Transfus 2016;27:148-154)

Key words: Blood typing, Blood crossmatching, Blood grouping & crossmatching

Received on July 19, 2016. Revised on August 2, 2016. Accepted on August 2, 2016

Correspondence to: Gye Cheol Kwon

Department of Laboratory Medicine, College of Medicine, Chungnam National University, 640 Daesa-dong, Jung-gu, Daejeon 35015, Korea
Tel: 82-42-280-7799, Fax: 82-42-257-5365, E-mail: kckwon@cnu.ac.kr

This study was part of 'study on regional hub medical institution serving education and pretransfusion testings for safe transfusion' which was financially supported by Korea Centers for Disease Control and Prevention.

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright ©2016 The Korean Society of Blood Transfusion

서론

수혈은 환자의 생명과 직접적으로 연관되는 의료행위로¹⁾ 공급혈액원으로부터 환자에게 수혈되기까지 보관, 수혈전검사, 공급 또는 품질관리에 이르는 전반적인 행위가 수반된다.²⁾ 공급혈액원으로부터 출고되어 각 의료기관에 전달된 혈액은 해당 의료기관에서 그 관리가 시작된다고 할 수 있다. 일반적으로 일정 규모 이상의 병원에는 진단검사의학과 전문의가 혈액은행을 관리하므로 혈액 입출고 및 보관업무, 수혈검사업무, 내부정도관리 및 외부정도관리, 수혈관리위원회 운영, 직원 및 기타 교육 업무, 원내 수혈관련 부작용 해결, 혈액안전감시 참여, 그리고 경우에 따라 혈액공급소 운영 등의 전반적인 혈액관리업무가 전문의 지도하에 수행될 수 있다.³⁾ 또한 진단검사의학과 전문의가 상주하는 의료기관 중 약 54.3% (151/278)가 대한진단검사의학재단의 검사실 신입인증제도에 참여하고 있으며 이를 통해 질 관리 유지 및 향상을 도모한 것으로 간주할 수 있다.¹⁾

그러나 혈액은행을 담당할 수 있는 전문의가 상주하지 않은 중소 병의원의 경우 수혈이 이루어지고 있음에도 불구하고 안전한 수혈을 위한 보관, 수혈전검사, 품질관리 업무 등의 혈액관리업무를 전담하는 인원이 없는 경우가 대부분이다. 2013년 대한임상검사정도관리협회의 외부정도관리 프로그램의 참여 기관수는 ABO 및 RhD 혈액형은 520개, 교차시험은 470개로 보고되고 있다.⁴⁾ 그러나 300병상 미만의 중소의료기관의 수가 9,434개인 점을 고려할 때³⁾, 환자의 생명과도 직결되는 결정적 요소인 수혈전검사 즉, ABO 및 RhD 혈액형 검사, 비예기항체 선별 및 동정검사, 교차시험에 대해 그 정확성을 검증할 수 있는 외부정도관리의 참여가 이루어지지 않는 경우가 많다고 할 수 있다. 더욱이 검사실 신입인증제도

의 경우 그 참여율이 현저히 떨어져 9,434기관 중 85개 기관(약 0.9%)만이 참여하고 있는 것으로 나타나고 있다.³⁾

따라서 수혈은 시행하고 있으나 진단검사의학과 전문의가 존재하지 않거나 수혈전검사에 대한 외부정도관리에 참여하고 있지 않은 중소의료기관들의 안전한 수혈을 도모하기 위해서는 우선 이러한 의료기관들의 수혈전검사와 혈액관리 관련 장비에 대한 실태 파악이 필요하나, 현재 국내에는 이러한 자료가 전무한 실정이다.

이에 본 연구는 2015년 질병관리본부 정책용역연구 과제인 ‘수혈자 안전성 확보를 위한 지역거점 의료기관(수혈전검사 및 교육자문) 운영방안 연구’의 일환으로 중소병의원의 수혈전검사와 장비보유 현황을 파악하였기에 이에 대한 기초자료를 제공하여 안전한 수혈을 도모하는데 도움을 주고자 하였다.

대상 및 방법

설문지는 2014년 혈액 사용량이 24단위 이상 1,000단위 미만을 사용한 1,447개 기관을 대상으로 연구원 및 외부전문가 자문을 통하여 작성되었다. 대상기관의 명단 및 담당자 연락처(전화 및 이메일)는 질병관리본부로부터 전달받아 확인하였다. 수혈을 시행하는 의료기관의 수혈 전 검사 등 안전수혈 실태조사 등에 관한 설문조사 문항 총 24개 중 참여기관 정보, ABO 혈액형, RhD 혈액형, 비예기항체 선별검사, 교차시험 및 장비와 운용에 관한 6개 문항에 대하여 조사하였다. ABO 혈구형 및 혈청형, RhD 혈액형, 교차시험 그리고 비예기항체 선별검사 방법에 대해서는 중복응답을 허용하였다. 설문지 작성은 2015년 10월 24일부터 2016년 2월 19일까지 이들 기관을 대상으로 실시하였던 수혈안전 강화를 위한 중소의료기관

수혈전검사 담당자 교육에 참석하였던 참석자에게 작성하게 하여 교육 종료 후 제출을 요청하였다. 한 기관의 중복설문을 막기 위해 설문에 기재된 기관명을 확인하여 동일기관인 경우 중복결과를 제외하였다. 또한 교육에 참석하지 않은 기관들을 대상으로 인터넷 홈페이지(http://175.210.206.77/cnu_survey/index.php)를 통한 설문조사가 시행되었으며, 역시 중복입력을 막기 위해 설문참여자 정보를 입력하게 하였으며, 중복입력은 나타나지 않았다.

결 과

1. 설문 참여기관

실태조사에 관한 설문조사에 총 338개 기관이 응답하였으며, 100병상 이상의 병원이 190개 기관(56.2%), 30~99병상의 병원이 94개 기관(27.8%), 30병상 미만의 의원이 35개 기관(10.4%), 병상이 없는 의원이 8개(2.4%), 무응답이 11개 기관(3.2%)으로 나타났다.

2. 수혈전검사 현황

1) ABO 혈액형 검사

설문에 응답한 기관 중 ABO 혈액형 검사를 검사실에서 직접 시행한다고 대답한 기관은 307개 기관(90.8%)이며, 31개 기관(9.2%)은 수탁을 맡기는 것으로 나타났다. 검사를 시행하는 기관에서의 ABO 혈구형 검사방법은 슬라이드법이 282개 기관(92.5%)으로 가장 많았으며 시험관법 77개 기관(25.2%), 미세원주응집법 1개 기관(1.0%)으로 나타났다. ABO 혈청형 검사의 경우 무응답이 25개 기관(7.4%), 수탁 39개 기관(11.5%), 서비스를 제공하지 않는 경우가 46개 기관(13.6%)으로 응답하여 검사실에서 직접 수행하는 경우는 228개 기관(67.5%)에 그쳤다. 검사실에서 수행하는 경우(228개 기관) 검사 방법은 시험관법 197개 기관(86.4%), 슬라이드법 64개 기관(28.1%), 미세원주응집법 1개 기관(0.4%)으로 나타났다(Table 1).

2) RhD 혈액형 검사

설문에 응답한 338개 기관 중 33개 기관(9.7%)이 수탁을 맡긴다고 하였으며, 서비스를 제공하

Table 1. Number (%) of small- and medium-sized hospitals according to the techniques of ABO and RhD typing (n=338)

Technique	ABO cell typing	ABO serum typing	RhD typing
Test done in laboratory	307 (90.8)	228 (67.5)	272 (80.5)
Slide	228 (74.3)	31 (13.6)	153 (56.2)
Slide + Tube	53 (17.3)	32 (14.0)	36 (13.2)
Slide + CAT	1 (0.3)	0	1 (0.4)
Tube	23 (7.5)	164 (71.9)	81 (29.8)
Tube + CAT	1 (0.3)	0	0
Slide + Tube + CAT	1 (0.3)	1 (0.5)	1 (0.4)
Referred to other laboratory	31 (9.2)	39 (11.5)	33 (9.7)
No service	0	46 (13.6)	7 (2.1)
No response	0	25 (7.4)	26 (7.7)

Abbreviation: CAT, column agglutination technique.

지 않는다고 한 기관은 7개 기관(2.1%), 무응답의 경우가 26개 기관(7.7%)으로 나타났다. 검사실에서 검사를 수행하는 경우는 272개 기관(80.5%)으로 슬라이드법 191개 기관(70.2%), 시험관법 118개 기관(43.4%), 미세원주응집법 2개 기관(0.7%)으로 나타났다(Table 1).

3) 비예기항체 선별검사

설문에 응답한 338개 기관 중 총 287개 기관(84.9%)에서 응답하였는데, 그 중 서비스를 제공하지 않는 기관이 125개 기관(43.5%), 수탁을 하는 경우가 103개 기관(35.9%)으로 나타났다. 검사실에서 수행한다고 대답한 경우는 59개 기관(20.6%)이었으며, 슬라이드법 5개 기관(8.5%), 시험관법 39개 기관(66.1%), 미세원주응집법 13개 기관(22.0%)으로 나타났고, 기타 방법은 3개 기관(5.1%)으로 나타났다(Table 2).

Table 2. Number (%) of small- and medium-sized hospitals according to the techniques of irregular antibody screening and crossmatching (n=338)

Technique	Irregular antibody screening	Crossmatching
Test done in laboratory	59 (17.4)	306 (90.5)
Slide	4 (6.8)	23 (7.5)
Slide + Tube	1 (1.7)	29 (9.5)
Tube + CAT		1 (0.3)
Tube	38 (64.4)	235 (76.8)
CAT	13 (22.0)	11 (3.6)
Others	3 (5.1)	0
CAT + others	0	1 (0.3)
No response	0	6 (2.0)
Referred to other laboratory	103 (30.5)	30 (8.9)
No service	125 (37.0)	1 (0.3)
No response	51 (15.1)	1 (0.3)

Abbreviation: CAT, column agglutination technique.

4) 교차시험

응답한 기관 중 306개 기관(90.5%)에서 교차시험을 직접 수행한다고 응답하였으며, 수탁을 하는 경우가 30개 기관(8.9%), 시행하지 않는 경우가 1개 기관(0.3%), 그리고 무응답이 1개 기관(0.3%)으로 나타났다. 검사를 수행하는 기관에서의 교차시험의 방법은 미세원주법은 13개 기관(4.3%), 슬라이드법은 52개 기관(17.0%), 시험관법은 265개(86.6%), 그리고 기타법은 1개 기관(0.3%)으로 나타났다. 교차시험 검사단계를 묻는 질문에서는 305개 기관이 응답하였으며, 305개 기관 중 214개(70.2%) 기관은 실온식염수법과 가온법을 모두 시행하였으며, 그 중 181개(84.6%) 기관이 항글로불린 단계까지 시행하는 것으로 나타났다. 39개(12.8%) 기관은 실온식염수법만 시행한다고 응답하였고, 52개(17.0%) 기관은 실온식염수법을 생략하는 것으로 나타났다(Table 1, Fig. 1). 실온식염수법만 사용하는 39개 기관 중 16개 기관은 비예기항체 선별검사결과를 제공하지 않는다고 답하

Fig. 1. Distribution of methods for crossmatching in small- and medium-sized hospitals (n=338).

였고, 9개 기관은 응답을 하지 않은 것으로 나타났다. 나머지 14개 기관은 비예기항체 선별검사 서비스를 제공하는 것으로 나타났다.

3. 장비 및 운용

총 338개 기관 중 수혈전검사를 위한 혈액은행 전용 원심분리기를 가지고 있다고 응답한 기관은 204개 기관(60.4%), 항온수조를 가지고 있는 기관은 259개 기관(76.6%), 그리고 슬라이드 뷰박스를 가지고 있는 기관은 126개 기관(37.3%)으로 나타났다. 혈액은행 전용 냉장고의 경우 178개 기관(66.1%)이 보유한다고 응답하였으며, 전용냉동고는 36개 기관(10.6%)에서 보유하는 것으로 나타났다. 온도관리 수행여부에 대해서는 냉장고 보유기관의 80.3% (143/178)에서 시행한다고 응답한 반면, 냉동고 보유기관의 경우 41.6% (15/36)에서만 시행한다고 응답하였다(Table 3).

고 찰

수혈전검사는 ABO Rh 혈액형 검사, 비예기항체 선별 및 동정검사 그리고 교차시험으로 구성되며, 안전수혈을 위한 가장 기본적이고 중요한 검사이다.⁵⁾ ABO 혈액형 검사는 혈구형 검사와 혈청형 검사로 구성되어 있으며, 신생아와 같은 예

외적인 상황을 제외하고는 혈구형 검사와 혈청형 검사를 동시에 시행하여 결과가 일치할 경우 ABO 혈액형을 결정한다.⁶⁾ 중소의료기관 설문조사 결과상 ABO 혈액형 검사에서 혈청형 검사의 경우 응답한 기관의 15.0%에서 검사서비스를 제공하지 않는다고 응답하였으며, 응답하지 않은 기관도 8.1%에 달해 실제 혈청형 검사를 시행하지 않는 기관이 상당수에 이르는 것을 알 수 있었다. 혈청형 검사를 동시에 수행하지 않을 경우 혈구형과 혈청형 검사가 일치하지 않는 ABO 불일치 사례를 놓칠 수 있으며, 결과적으로 잘못된 혈액형을 판정할 수 있으므로, 중소의료기관에서의 혈액형 검사가 제대로 이루어 질 수 있는 교육 등의 기회를 확대하는 것이 필요하다.

혈액형 검사법으로는 ABO 혈구형 검사와 RhD 검사는 슬라이드법, ABO 혈청형 검사는 시험관법을 가장 많이 사용하는 것으로 나타났다. 대한임상정도관리협회 혈액은행분과 신빙도조사 결과 보고와 비교하여 ABO 혈구형 검사의 경우 슬라이드법의 사용 빈도가 높은 것으로 그리고 혈청형 검사의 경우 시험관법의 사용 빈도가 더 낮은 것으로 나타났으며, RhD 검사의 경우 비슷한 결과를 나타내었다.^{4,7)} 슬라이드법의 경우 적혈구 응집 강도를 정확히 판단하기 어려워 ABO 아형을 판단하는데 문제를 야기할 수 있으며, 검사 시 감염을 초래할 수 있기 때문에⁷⁾ 미국이나 영국에서는 슬라이드법을 사용하지 않는 것으로 보고되고 있다.⁸⁾ 2014년 혈액은행 신빙도조사사업 시 ABO와 RhD 혈액형 검사에 대해 시험관법으로의 전환을 권장하는 안내문을 통해서도 ABO 혈구형 검사 및 RhD 혈액형에 대한 슬라이드법의 사용이 줄었다고 하는 것을 미루어보아,⁷⁾ 교육을 통해서 이를 충분히 개선할 수 있을 것이라고 생각한다. 따라서 중소의료기관에 대한 맞춤 교육이 지속적으로 시행될 필요가 있으며, 동시에 중소의료기

Table 3. Current status of blood bank equipment in small- and medium-sized hospitals (n=338)

Equipment	Number of hospitals (%)
Centrifuge for blood bank	204 (60.4)
37°C incubator	259 (76.6)
Slide view box	126 (37.3)
Refrigerator for blood storage	178 (66.1) [143 (80.3)]*
Freezer for blood storage	36 (10.5) [15 (41.6)]*

*Number and % of hospitals doing temperature management.

관도 ABO 및 RhD 혈액형 검사 시 슬라이드법 사용을 줄이기 위한 노력이 필요할 것으로 생각한다.

비예기항체는 수혈 시 용혈 수혈반응을 일으키는 가장 중요한 원인이 될 수 있으므로, 수혈 전 선별검사를 통해 확인하는 것이 중요하다.⁵⁾ 그러나 본 설문결과에 따르면 중소의료기관의 43.5%에서 비예기항체 선별검사 서비스를 제공하지 않는 것으로 나타났다. 검사를 수행하는 기관에서 시행하는 비예기항체 선별검사법은 시험관법이 대부분으로 나타났고(66.1%), 일부 기관인 22.0%에서 미세원주응집법을 사용하는 것으로 나타났다. 이는 미세원주응집법을 대부분의 기관에서 사용한다고 보고한 혈액은행분과 신빙도조사 결과보고와 비교하여 현저한 차이가 나타남을 알 수 있다.⁷⁾ 또한 5개 기관에서 슬라이드법을 사용한다고 응답하여 사무적 오류이거나 비예기항체 선별검사를 시행하고 있다고 보기 어려운 것으로 판단되었다.

교차시험은 ABO 부적합과 비예기항체에 의한 급성 용혈 수혈반응을 방지하기 위하여 시행된다.⁹⁾ 교차시험은 실온식염수법 이외 항글로불린 단계를 포함한 검사를 시행하도록 요구하고 있으나,⁵⁾ 본 연구에서 항글로불린 단계까지 시행하는 기관은 응답기관의 59.3%에 불과한 것으로 나타났다. 또한 설문조사에서 실온식염수법만 사용한다고 응답한 39개 기관 중 25개 기관인 64.1%에서 비예기항체 선별검사를 시행하지 않거나, 비예기항체 검사에 대한 대답을 하지 않은 기관들로 나타나 임상적으로 중요한 비예기항체를 놓쳐 수혈 부작용을 발생시킬 수 있는 가능성이 있으므로 이에 대한 교육 또한 필요한 것으로 나타났다.

수혈전검사를 위한 장비 현황 조사에서 혈액은행 전용 원심분리기의 보유율은 응답 기관의 60.4%로 이는 시험관법을 시행하는데 필수적인 장비이므로 구비율을 증가시키도록 유도하는 것

이 필요한 것으로 여겨졌다. RhD 혈액형 검사시 슬라이드법으로 시행하는 기관은 191개로 조사되었지만 실제 뷰박스를 보유하고 있는 기관은 126개 기관으로 낮은 것으로 조사되어 RhD 검사시 정확한 응집을 판단하는데 영향을 줄 수 있을 것으로 여겨졌다. 항온수조는 교차시험이나 항체 선별검사의 항글로불린 단계를 시행하는데 필수적인 장비이므로 이에 대한 구비의 중요성에 대한 홍보가 필요한 것으로 생각된다.

혈액전용 냉장고의 보유율은 66.1%로 나타났으나, 혈액 전용 냉동고는 비율이 낮은 것을 알 수 있는데, 이는 중소의료기관에서 상대적으로 농축적혈구의 사용이 신선동결혈장보다 많기 때문으로 추측된다. 또한 온도관리 수행여부도 냉장고의 경우 80.3%의 기관이 수행하는 것으로 나타난 반면, 냉동고는 41.6%로 낮은 비율을 나타내어 개선이 필요할 것으로 여겨졌다(Table 3).

본 연구를 통해 중소의료기관의 수혈전검사 및 보유 장비에 대한 현황을 면밀히 살펴볼 수 있었다. 중소의료기관에서 일부 기관들이 ABO 혈청형 검사를 생략하고 있는 점, 비예기항체 선별검사 서비스를 제공하고 있지 않거나, 교차시험에서 특정 단계를 생략하는 점, 필수 장비들의 구비율이 떨어지는 점이 문제점으로 파악되었다. 안전한 수혈을 보장 받기 위한 가장 효율적이고 효과적인 방법은 교육이라는 점을 고려할 때,³⁾ 이러한 중소병원의 문제점을 개선하기 위한 장기적인 교육과 홍보가 지속되는 것이 절대적으로 필요하다고 할 수 있다. 또한 혈액은행에서 필요한 장비들을 구비할 수 있는 제도적 개선 및 검사의 정확성을 보장하기 위한 외부정도관리 참여율을 높이는 방안도 강구되어야 할 것이다.

감사의 글

설문조사에 응해주신 중소의료기관 종사자분들께 감사말씀 전합니다.

요 약

배경: 안전한 수혈을 위한 올바른 수혈전검사와 필요한 장비는 필수 조건이다. 국내 중소의료기관의 수혈관리에 도움을 주기 위한 기초자료를 제공하고자 이들 기관의 수혈전검사 및 장비 보유 현황을 파악하였다.

방법: 2014년 출고혈액이 24단위 이상 1,000단위 미만인 1,447개 기관을 대상으로 오프라인과 온라인 설문을 통해 시행하였다. 총 338개 기관의 검사자들이 참여하였고, 이들이 작성한 설문지의 결과를 분석하였다.

결과: ABO 혈액형 검사를 시행한다고 응답한 기관 307개 중 15.0% 기관이 혈청형 검사를 시행하지 않았으며, 수혈기관의 2.1%에서는 RhD 검사를 그리고 43.5%에서는 비예기항체 검사를 시행하지 않았다. 교차시험 수행 기관 중 12.8%에서는 실온식염수법만 시행한다고 응답하였다. 전체 응답기관 338개 기관의 혈액은행 장비 보유율은 수혈전검사 전용 원심분리기 66.7%, 항온수조 84.5%, 슬라이드 뷰박스 41.1%, 혈액보관 전용냉장고 66.1%, 전용 냉동고 18.6%로 나타났다.

결론: 일부 중소의료기관에서 수혈전검사의 보완이 필요하며, 필수 장비들의 구비율이 떨어지는 것으로 파악되었다. 이를 위해 중소의료기관 근무자를 위한 체계적인 교육 마련이 필요하며, 또한 혈액은행 전용 장비 구비를 위한 대책마련이 필요할 것으로 생각한다.

References

1. Kim SH, Chung YN, Kim YR, Kang SH. Analysis of turnaround times of blood issue at an island hospital. Korean J Blood Transfus 2012;23:217-23
2. Knowles S, Poole G. Blood transfusion in hospital. In: Murphy MF, Pamphilon DH. Practical transfusion medicine. 2nd ed. Malden, Mass.: Blackwell Pub., 2005:280-97
3. Lee JH, Kim MJ. The role of the laboratory physician for blood bank in local hospital. Korean J Blood Transfus 2012;23:193-203
4. Lim YA, Oh JS, Kwon SW, Kwon KC, Kim SY, Park KU, et al. Annual report on external quality assessment of blood bank tests in Korea (2013). J Lab Med Qual Assur 2014;36:55-63
5. Han KS, Park KU, Song EY. Transfusion medicine. 4th ed. Seoul: Korea Medical Book Publisher, 2014:269-77
6. Won EJ, Cho D, Heo MS, Park HR, Shin MG, Ryang DW. Six years' experience performing ABO genotyping by PCR-direct sequencing. Korean J Blood Transfus 2012;23:236-47
7. Lim YA, Oh JS, Kwon SW, Kwon KC, Kim SY, Park KU, et al. Annual report on the external quality assessment scheme for blood bank tests in Korea (2014). J Lab Med Qual Assur 2015;37:47-55
8. Lim YA. Comprehensive analysis of the testing techniques used in blood bank laboratories in Korea for the past six years. J Lab Med Qual Assur 2014;36:23-9
9. Koh YE, Yoon J, Kwon SH, Kim YH, Choi JY, Kim JY, et al. Evaluation of the automated blood bank instrument QWALYS-3 for cross-matching tests. Korean J Blood Transfus 2014; 25:218-25