

**ORIGINAL ARTICLE**

Investigation of Domestic and Foreign Unexpected Antibodies for Emergency Blood Transfusion

Weonjoo Hwang¹, Sang-Hee Lee², Chang-Eun Park³¹Department of Laboratory Medicine, Pusan National University Hospital, Busan, Korea²Department of Laboratory Medicine, Asan Medical Center, Seoul, Korea³Department of Biomedical Laboratory Science, Molecular Diagnostics Research Institute, Namseoul University, Cheonan, Korea

응급수혈을 위한 비예기 항체의 국내·외 실태조사

황원주¹, 이상희², 박창은³¹부산대학교병원 진단검사의학과, ²서울아산병원 진단검사의학과, ³남서울대학교 임상병리학과·분자진단연구소**ARTICLE INFO**

Received November 17, 2022

Revised December 2, 2022

Accepted December 3, 2022

Key words

Antibody screening

Anti-E+c

Emergency blood transfusion

Transfusion reaction

Unexpected antibody

ABSTRACT

Certain pre-transfusion tests are not commonly performed during emergency blood transfusion. In this study, we reviewed and analyzed the data of post-blood transfusion antibody screening tests to establish the effects of unexpected antibodies causing hemolytic transfusion reactions. We reviewed information published domestically and internationally, and selected the data of 68,602 antibody screening tests and 528 antibody identification tests conducted at P hospital. We found that unexpected antibody positive (1198, 1.74%), Rh type (161, 30.49%), Lewis type (67, 12.69%), others (Di (a), 28, 5.30%). The anti-E type positive was 93 (17.61%), and that of the cases with anti-C (13, 2.46%). Only data of domestic cases were included for analysis that were published before 2007, which established the presence of antibodies of the following types and numbers of cases: anti-E (196, 22.45%), anti-Le a (82, 9.39%), and anti-E+C (60, 6.87%). In 2018, anti-E (107, 17.12%), anti-E+C (56, 8.96%), and anti-Di a (28, 4.48%) were detected. In other domestic cases, S hospital was detected to anti-E, anti-Le a, anti-E+C. The Anti-E, anti-D, anti-E+C, and anti-C+E were detected in D hospital. In Saudi Arabia, Anti-D, anti-E, and anti-Jka was detected. The Anti-M, Anti-N, Anti-Le (a), and Anti-D were detected in India. Requests for emergency blood transfusion increased 1.8 times after the opening of the trauma center. This study has the disadvantage of being a cross-sectional study. additional studies are needed to provide basic information on alternative treatments that can increase the safety and reduce the side effects of hemolytic transfusion in emergency transfusion situations.

Copyright © 2022 The Korean Society for Clinical Laboratory Science.

서론

수혈은 환자에게 부족한 혈액성분을 보충하여 산소운반능력, 혈액응고 기능유지 또는 순환혈액량 보충의 목적으로 시행하고 있다. 최근에는 수혈의 효과도 기대하지만 수혈로 인한 부작용과

안정성에 대한 관심도가 증가하고 있다[1]. 비예기 항체는 존재유무를 검사 전까지 예측할 수 없는 혈액형 항체로 ABO 및 P 혈액형 항체를 제외하고는 대부분 이에 포함되며, 급성 및 지연성 용혈성 수혈 이상반응을 일으키는 것이 원인이다[2]. 대부분 임상현장에서는 용혈성 수혈이상반응을 예방하기 위해 ABO 및 RhD 혈액형 검사, Di (a) 항원을 포함한 비예기 항체 선별검사(blood antibody screening)와 항체선별검사서 음성인 환자에 한해서 항온 알루미늄 단계와 항글로불린 단계를 생략하고 실온식염수 단계(immediate spin crossmatch)만을 시행하고 적합한 혈액

Corresponding author: Chang-Eun Park

Department of Biomedical Laboratory Science, Molecular Diagnostics Research Institute, Namseoul University, 91 Daehak-ro, Seonghwan-eup, Seobuk-gu, Cheonan 31020, Korea

E-mail: eun2777@hanmail.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4259-7928>

제제를 출고하는 ‘Type & Screen법’이 추천되어 용혈성 수혈이 상반응 발생을 최소화하는 검사를 시행하고 있다[3-5].

응급 수혈은 환자의 생명이 위협받는 긴급한 상황으로 수혈로 인한 용혈성 수혈 이상반응을 최소화하는 수혈전 검사를 일부 생략하고 혈액이 출고되는 상황이 발생하게 된다[6]. P대학의 사례에서는 “응급수혈요청서”와 함께 ABO 및 RhD 혈액형 검사와 실온식염단계를 시행하여 혈액제제를 출고하고, 출고 후 비예기 항체 선별검사를 시행하여 비예기 항체 유무를 확인하며, 선별검사에서 양성반응을 보이면, 진료과에 양성 결과를 우선상으로 통보하며, 진료과에서는 환자 상황에 따른 수혈 지속 여부를 결정한다. 이후 검사실에서는 동정 결과에 따라 적합한 혈액제제를 선택하여 출고한다. 또한, 응급 수혈용 농축적혈구를 출고 후 시행하는 비예기 항체 선별검사에서도 양성을 보이는 경우도 발생하여 수혈 안전성 확보에 문제점이 도출되기도 한다. 본 연구는 2015년 전후 권역별 외상센터 개설로 응급수혈의 빈도가 증가하여 수혈전 검사를 효율적으로 운용하여 수혈 이상반응을 최소화하는 방안을 모색하고자 하였다. 이를 위해 부작용 유발의 요인인 비예기 항체의 실태를 국내외로 조사하고 응급수혈에 적합한 농축적혈구를 선택하는데 응급상황에서 비예기 항체로 인한 수혈이상반응을 최소화하는데 기초정보를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 대상

2014~2016년의 3년간 P 대학교병원의 항체선별검사 68,602건에서 이중 비예기항체검사 1,198건, 항체동정검사 528건을 공시하였으며, P 대학교병원의 2002~2007년 공시자료, S 병원의 2012~2015년 공시자료, 국내학술지에 발표된 P 대학교병원의 2008~2015년 자료(Lee 등, 2015) [7], D 병원의 2016~2017년 자료(Kim, 2018) [8] 최근 해외학술지에 보고된 2019~2020년 Saudi (Waggiallah 등, 2021) [9], 2015~2017년 North India (Solanki 등, 2020) [10] 자료를 비교조사하였다. 또한, 응급수혈요청 빈도를 조사하기위해 2015년 기점으로 2014~2017년까지 의뢰된 검사건수를 조사하였다.

결 과

2014년~2016년 의뢰된 비예기 항체 선별검사는 68,602건으로 이중 1,198건(1.74%)이 양성이다. 연도별 분포는 2014년 455건(2.17%), 2015년 303건(1.40%), 2016년 440건(1.68%)이다. 비예기 항체 동정검사를 시행한 경우는 2014

년 42.4% (193/455), 2015년 48.5% (147/303), 2016년 42.7% (188/440)이다(Table 1).

비예기 항체의 종류별 분포를 살펴보면 가장 다빈도로 검출된 비예기 항체는 Rh계열 161건(30.49%), Lewis계열 67건(12.69%), 기타(Di (a) 포함) 28건(5.30%), MNS계열 23건(4.36%), Kidd계열 9건(1.70%) 순으로 조사되었다. 이 중 Rh계열(anti-E 포함) 복합 항체는 123건(23.30%), small c는 38건(7.20%)이 나타났다. Lewis계열의 anti-Le (a)는 51건(9.66%), anti-Le (b)는 10건(1.89%), anti-Le (a)+Le (b)는 6건(1.14%)으로 나타났다, anti-Di (a)는 25건(4.73%), 그 외 anti-M은 18건(3.49%), anti-Fy (b)는 9건(1.70%), anti-Jk (a)는 7건(1.32%) 순으로 나타났으며 unidentified와 autoantibody는 231건(43.75%)로 나타났다(Table 2).

국내·외 공시자료들의 비교분석을 조사한 결과, 국내에서는 P병원(2002~2007년)에는 Anti-E 196건(22.45%), Anti-Le (a) 82건(9.39%) Anti-E+c 60건(6.87%), Anti-Di (a) 60건(6.87%) 순으로 조사되었다. P병원(2008~2015년)에는 Anti-E 107건(17.12%), Anti-E+c 56건(8.96%), Anti-Di (a) 28건(4.48%), Anti-Le (a) 27건(4.32%) 순으로 조사되었다. S병원(2012~2015년)에는 Anti-E 704건(18.69%), Anti-Le (a) 349건(9.27%) Anti-E+c 265건(7.04%), Anti-M 203건(5.39%) 순으로 조사되었다. D병원(2016~2017년)에는 Anti-E 19건(22.09%), Anti-D 5건(5.81%) Anti-E+c 4건(4.65%), Anti-C+e 4건(4.65%) 순으로 조사되었다. 해외의 보고에서는 Saudi 병원(2019~2020)에는 Anti-D 31건(28.97%), Anti-E 20건(18.69%), Anti-Jk (a) 12건(11.21%), Anti-C 10건(9.35%) 순으로 조사되었으며, North India병원(2015~2017)에서는 Anti-M 51건(20.56%), Anti-N 28건(11.29%), Anti-Le (a) 23건(9.27%), Anti-D 18건(7.26%)순으로 조사되었다(Table 3).

또한, P병원의 조사에서 권역외상센터 개설 전후 응급수혈요청의 빈도를 조사한 결과 2014년부터 2015년 9월 이전까지 366건(월평균17.4건)으로 조사되었으나 2015년 10월 이후부터 2017년 5월까지 627건(월평균31.3건)으로 1.8배 이상 증가한 것으로 조사되었다.

Table 1. Distribution of detected to unexpected antibodies in 3 years

Years	No. of sample	No. of unexpected antibody, N (%)
2014	20,914	455 (2.17)
2015	21,627	303 (1.40)
2016	26,061	440 (1.68)
Total	68,602	1,198 (1.74)

Table 2. Distribution of unexpected antibodies identified types in P hospital for 3 years

Antibody types	Years			Total, N (%)
	2014	2015	2016	
Rh				161 (30.49)
Anti-E	28	28	37	93 (17.61)
Anti-e	2	1	0	3 (0.57)
Anti-C	0	0	3	3 (0.57)
Anti-c	7	4	2	13 (2.46)
Anti-D	2	2	4	8 (1.52)
Anti-E+c	6	6	13	25 (4.73)
Anti-E+Jk (a)	0	2	0	2 (0.38)
Anti-E+Jk (b)	0	0	1	1 (0.19)
Anti-E+M	0	0	1	1 (0.19)
Anti-E+Le (a)	0	0	1	1 (0.19)
Anti-e+Fy (b)	0	0	2	2 (0.38)
Anti-C+e	3	3	1	7 (1.33)
Anti-C+e+Jk (a)	0	0	1	1 (0.19)
Anti-C+Le (a)	0	0	1	1 (0.19)
Lewis				67 (12.69)
Anti-Le (a)	9	16	26	51 (9.66)
Anti-Le (b)	2	4	4	10 (1.89)
Anti-Le (a)+Le (b)	0	1	5	6 (1.14)
Kidd				9 (1.70)
Anti-Jk (a)	1	4	2	7 (1.33)
Anti-Jk (b)	0	1	1	2 (0.38)
MNS				23 (4.36)
Anti-M	1	9	8	18 (3.41)
Anti-S	1	3	1	5 (0.95)
Duffy				9 (1.70)
Anti-Fy (b)	3	2	4	9 (1.70)
Other				28 (5.30)
Anti-Di (a)	12	7	6	25 (4.73)
Anti-P1	0	0	2	2 (0.38)
Anti-K	0	0	1	1 (0.19)
Unidentified	87	37	42	166 (31.44)
Autoantibody	29	17	19	65 (12.31)
	193	147	188	528 (100.00)

고찰

수혈전 검사는 용혈성 부적합 수혈이상 반응을 예방하고 수혈된 적혈구의 수명을 연장시키고 응급수혈을 위해 신속한 검사의 방법과 출고의 절차들이 개선되어야 한다. 또한 권역별 외상센터에서 응급 수혈의 요청이 증가하여 검사에 대한 과정이 다변화 요구된다. 비예기 항체의 양성율은 최근 3년 평균 1.74%이다. 해당하는 양성률은 비예기 항체 검사 특성상 대상군, 검사방법(시험관법, 원주응집법, 자동화 원주응집법)과 제조사간의 검사방법에 영향을 줄 것으로 사료된다. 특히 검사법에서 ORTHO Auto-Vue Innova System (Ortho-Clinical Diagnostics Inc., Raritan, NJ, USA)은 LISS 첨가 등의 과정

이 추가되어 한냉항체를 민감하게 검출하여 Lewis계열 항체의 검출율도 향상된 것으로 사료된다.

결과에서와 같이 비예기 항체 동정에서 제조사의 특성에 따라 차이는 존재하지만 Anti-E, Anti-Le (a)가 다빈도로 분포하고 드물게 anti-Di (a)가 조사되었다. Di (a) 항원은 백인에서는 드물고 동남아시아 보다 한국인이 높은 빈도로 나타난다.

용혈성 수혈 이상 반응의 위험도가 현저히 높은 Anti-E+c는 응급수혈에서 비예기 항체 선별검사를 시행하지 못하는 상황에서 최선의 방안으로 E, c 항원이 없는 농축적혈구 제제를 확보하여 업무의 효율성을 개선하고자 한다. 국내 응급수혈 가이드라인은 ABO혈액형이 확인되지 않은 경우는 O형 농축적혈구, RhD 혈액형이 확인되지 않은 경우는 가임 연령의 여성에게는 RhD 음성 농축적혈구로 권장한다.

응급 상황에서 비예기 항체 선별 검사의 양성 빈도는 1,000건당 4~18건으로 비예기 항체 양성 빈도가 예상되고, 이중 용혈성수혈 이상반응을 일으키는 다빈도 Anti-E+c는 11.7~42.8%로 1,000건당 0.5~7.8건으로 추정되며, P병원의 사례처럼 양성률은 1.72%, Anti-E는 4건 정도, Anti-E+c는 4.5건 정도로 추정된다. 현실적으로 국내에서 Rh계열의 발현 빈도가 높아 검사환경이 요구되나 다양한 사유로 모든 수혈자의 Rh계열의 검사를 시행하는 것은 어려운 실정이다. 또한 공혈자 혈액제제의 임상적으로 유용한 항원형 검사를 추가하는 것은 비용, 수혈의학 측면에서 비효율적이다.

대한적십자사 혈액관리본부에서는 E 항원 검사를 추가해 C, c, E, e 항원 검사 정보를 BISS (Blood Information Sharing System)를 통해 Rh phenotype 결과를 농축적혈구제제에 대해 결과를 제공하고 있다. 이는 E, c 항원이 없는 적혈구 제제의 공급을 통해 효율성과 적합성을 검증하고 추가적인 비용이나 업무 개선을 통해 항원이 없는 농축적혈구 제제를 응급 수혈용으로 활용하여 응급 수혈 상황에서 수혈자 안전과 용혈성 수혈 이상 반응을 최소화하는 대안개발이 시급하고 또한 다양한 항체의 검출에 대한 연구정보를 추합하여 유효성을 평가하는 연구가 활발히 진행되어야 할 것이다.

국내에서 정 등(2017)은 제주지역의 일개종합병원에서 Rh 계열과 Lewis 계열의 항체가 다빈도로 조사되었고, Diego 계열의 항체와 복합항체인 Anti-E와 Anti-c가 동시에 나타났으며, Rh 계열과 Kidd 계열의 복합항체로 Anti-E와 Anti-c, 그리고 anti-Jkb가 동시에 발견된 것을 보고하였다[11]. 이는 본 연구와 유사한 분포를 보였고 지역별 비예기 항체의 분포나 검사기관의 유형별 분포에 대한 연구가 지속적으로 조사되어야 할 것이다.

Table 3. Distribution of unexpected antibodies identified at domestic and international centers

N (%)

Antibody types	Domestics				Internationals	
	P hospital 2002~2007	P hospital 2008~2015 [7]	S hospital 2012~2015	D hospital 2016~2017 [8]	Saudi population 2019~2020 [9]	North India 2015~2017 [10]
Rh						
Anti-E	196 (22.45)	107 (17.12)	704 (18.69)	19 (22.09)	20 (18.69)	10 (4.03)
Anti-e	1 (0.11)	6 (0.96)				
Anti-C	8 (0.92)	3 (0.48)	1 (0.03)	2 (2.33)	10 (9.35)	8 (3.23)
Anti-c	1 (0.11)	2 (0.32)		2 (2.33)	1 (0.93)	6 (2.42)
Anti-D	17 (1.95)	17 (2.72)		5 (5.81)	31 (28.97)	18 (7.26)
Anti-E+c	60 (6.87)	56 (8.96)	265 (7.04)	4 (4.65)		
Anti-E+C					1 (0.93)	
Anti-D+C					7 (6.54)	
Anti-C+e	36 (4.12)	11 (1.76)		4 (4.65)		
Anti-Cw						9 (3.63)
Lewis						
Anti-Le (a)	82 (9.39)	27 (4.32)	349 (9.27)	3 (3.49)	6 (5.61)	23 (9.27)
Anti-Le (b)	11 (1.26)	10 (1.60)		3 (3.49)		8 (3.23)
Anti-Le (a)+Le (b)				1 (1.16)		
Kidd						
Anti-Jk (a)	7 (0.80)	11 (1.76)		1 (1.16)	12 (11.21)	10 (4.03)
Anti-Jk (b)	2 (0.23)	2 (0.32)		3 (3.49)		11 (4.44)
Duffy						
Anti-Fy (b)	12 (1.37)	7 (1.12)		3 (3.49)		10 (4.03)
Anti-Fy (a)		1 (0.16)		1 (1.16)		13 (5.24)
Xg						
Anti-Xg	11 (1.26)	2 (0.32)	7 (0.19)			
MNSs						
Anti-M	18 (2.06)		203 (5.39)	2 (2.33)	2 (1.87)	51 (20.56)
Anti-N	1 (0.11)					28 (11.29)
Anti-S	5 (0.57)		1 (0.03)	1 (1.16)	5 (4.67)	8 (3.23)
Mixed antibodies						
Anti-M+E					1 (0.93)	
Anti-S+E					1 (0.93)	
Anti-K+Fy (a)					2 (1.87)	
Anti-D+K						2 (0.81)
Anti-D+E	5 (0.57)					1 (0.40)
Other	10 (1.15)		30 (0.80)			
Rh+Kidd						
Anti-E/-c/-Jk (b)		1 (0.16)		1 (1.16)		
Anti-Di (a)			14 (0.37)			
Anti-C+Le (a)		1 (0.16)				
Anti-Le (a)+P1			1 (0.03)			
Anti-E+Di (a)	4 (0.46)	1 (0.16)				
Anti-e+Di (a)		1 (0.16)				
Anti-M+Fy (b)		1 (0.16)				
Anti-E+c+S		1 (0.16)				
Anti-E+JK (a)	2 (0.23)					
Anti-E+JK (b)			1 (0.03)			
Anti-E+c+Di (a)	2 (0.23)					
Anti-Di (a)	60 (6.87)	28 (4.48)				
Anti-P1	3 (0.34)	7 (1.12)	117 (3.11)			10 (4.03)
Anti-K		2 (0.32)			8 (7.48)	10 (4.03)
Anti-Kp (b)						7 (2.82)
Anti-Lu (b)						5 (2.02)
Unidentified	230 (26.35)	195 (31.20)	2010 (53.37)	26 (30.23)	-	-
Autoantibody	89 (10.19)	125 (20.00)	63 (1.67)	5 (5.81)	-	-
Total	873 (100.00)	625 (100.00)	3,766 (100.00)	86 (100.00)	107 (100.00)	248 (100.00)

2009년 대전지역에서는 46,923건중 272 (0.58%)의 양성율을 보이지만 Anti-E (4/14건, 30.77%)로 조사되었고[12], 김 등(2016)의 연구에서는 다양한 국가별 항체 선별검사를 비교하였을 때, 국내에서는 Anti-E 37건(40.6%), Anti-E+c 16건(17.6%)으로 다빈도로 조사되었고 말레이시아의 경우는 Anti-Mia 48건(36.6%), Anti-D 21건(16.0%), Anti-E 19건(14.5%)로 보고되었다. 해당연구는 2013년과 2010년을 비교하였다는 제한점이 있지만 다빈도의 항체는 유사하였다[13].

최근 연구에서 최적화된 수혈을 위한 수혈가이드라인의 적정성을 평가하는 것과 병원의 종합의료정보시스템을 활용한 혈액제제의 입출고, 진료부서별 조사 등을 통해 수혈에 대한 사용 적절성을 평가하여 검사업무의 효율화와 관리업무를 추구하고 있다[14]. Anti-Le (a)와 anti-Le (b) 모두 태아와 신생아의 경미한 용혈성 질환과 관련이 있다[15]. 최근 anti-Le (b) 저온 자가 항체가 존재하는 경우 자동화검사보다 37°C에서 직접 응집검사와 혈장을 사용하는 것이 중요하며 직접응집검사는 37°C에서 실제 반응성이 있는 경우 항체 종류(예: IgM 및/또는 IgG)에 관계없이 항체가 임상적으로 중요하며 용혈을 관찰하기 위해 37°C에서 혈장 검체 대신 가능한 경우 혈청을 평가하는 것을 고려하는 것이 중요한 것으로 알려져 있으며[16], 향후 추가 연구를 통해 응급상황에서 특정 항원(E, c)이 없는 농축적혈구 제제의 효율성과 적합성 검증이 요구되고 최종적으로는 수혈이 적절히 운영되고 부작용을 최소화하기 위해서는 필요한 환자에게는 항체 식별 카드 등의 대안마련이 적절할 것으로 사료된다.

요약

환자의 긴급 상황에서 수혈 시 일부 수혈 전 검사를 수행하지 않는다. 수혈 후 항체 선별검사를 실시하여 용혈성 수혈 반응을 일으키는 비예기 항체의 실태를 조사를 비교평가하기 위해 국내·외에 보고된 공시자료를 포함하여 조사하였다. 2014~2016년 P병원에서 항체 선별 검사 68,602건과 항체 동정검사 528건을 선정하였다. 68,602건 중 1,198건(1.74%)이 양성이며 Rh계열 161건(30.49%), Lewis계열 67건(12.69%), 기타 (Di (a) 등) 28건(5.30%)으로 나타났다. Anti-E는 93건(17.61%), c는 13건(2.46%)이다. 국내·외 공시자료 중 국내 경우는 2007년 이전에는 Anti-E 196건(22.45%), Anti-Le (a) 82건(9.39%) Anti-E+c 60건(6.87%)으로 조사되었지만 2008년 이후에는 Anti-E 107건(17.12%), Anti-E+c 56건(8.96%), Anti-Di (a) 28건(4.48%)으로 조사되었다. 한편 다른 국내의 경우는 S병원(2012~2015년)에는 Anti-E, Anti-Le (a),

Anti-E+c이며 D병원(2016~2017년)에는 Anti-E, Anti-D, Anti-E+c, Anti-C+e로 조사되었다. Saudi의 경우는 Anti-D, Anti-E, Anti-Jk (a)순이며, India 경우는 Anti-M, Anti-N, Anti-Le (a), Anti-D로 조사되었다. 권역별 외상센터 개설 전 후시기에 응급수혈요청의 빈도 비교에서는 1.8배 이상이 증가한 것으로 조사되었다. 결론적으로 장기간의 항체분포도 효율성을 검증할 수는 없었지만 수혈의 안전성을 높이고 응급 수혈 상황에서 용혈성 수혈 부작용을 줄일 수 있는 대안을 위해 기초 정보를 제공하고 추가적인 검증연구가 필요할 것으로 사료된다.

Acknowledgements: None

Conflict of interest: None

Author's information (Position): Hwang W¹, M.T.; Lee SH², M.T.; Park CE³, Professor.

REFERENCES

- Lim YA. Advances in pre-transfusion testing and immunohematology. *Korean J Blood Transfus.* 2022;33:77-87. <https://doi.org/10.17945/kjbt.2022.33.2.77>
- Kim N, Lee J, Kim DS, Lee HS, Choi SI, Cho YG. Elimination of causative antibody by plasma exchange in a patient with an acute hemolytic transfusion reaction. *Korean J Blood Transfus.* 2018;29:79-85. <https://doi.org/10.17945/kjbt.2018.29.1.79>
- Pathak S, Chandrashekhar M, Wankhede GR. Type and screen policy in the blood bank: Is AHG cross-match still required? A study at a multispecialty corporate hospital in India. *Asian J Transfus Sci.* 2011;5:153-156.
- Chaudhary R, Agarwal N. Safety of type and screen method compared to conventional antiglobulin crossmatch procedures for compatibility testing in Indian setting. *Asian J Transfus Sci.* 2011;5:157-159.
- Kim HR, Kim HH. Applied the "Type and Screen" method based on antibody screening test including Dia cells and immediate spin crossmatch to all patients who received transfusion for five years. *Korean J Blood Transfus.* 2013 24:258-264.
- Park SJ, Bae IC, Park YH, Park IC, Kim SH, Kim HO. The usage of uncrossmatched gGroup O, Rh-negative RBCs for emergency transfusion. *Korean J Blood Transfus.* 2007;18:9-14.
- Lee HJ, Jo SY, Shin KH, Song D, Lee SM, Kim IS, et al. Analysis of unexpected antibodies detected in children: a single center study for 7 years. *Korean J Blood Transfus.* 2015;26:249-256. <https://doi.org/10.17945/kjbt.2015.26.3.249>
- Kim JJ. Frequencies and distributions of unexpected antibodies at a general hospital in the Daejeon of Korea. *Korean J Clin Lab Sci.* 2018;50:354-358. <https://doi.org/10.15324/kjcls.2018.50.3.354>
- Waggiallah HA, Alenzi FQ, Bin Shaya AS, Hattan Hattan A, Mohammed Elmosaad Y, Alenazi MM. The prevalence of unexpected antibodies in Saudi's plasma prior blood transfusion and their association with clinical conditions: a cross-sectional

- study. *Saudi J Biol Sci.* 2021;28:4699-4703. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.04.083>
10. Solanki A, Chandra T, Singh A. Prevalence of red blood cell antibodies in whole blood donors: a single-centre experience in north India. *Indian J Med Res.* 2020;152:280-284. https://doi.org/10.4103/ijmr.IJMR_296_19
 11. Chong M, Lee KT, Cho YK. Survey of unexpected antibodies identified at a general hospital in Jeju. *Korean J Clin Lab Sci.* 2017;49:390-394. <https://doi.org/10.15324/kjcls.2017.49.4.390>
 12. Kang HJ, Ihm CH, Lee MH, Hyun SH, Kim IS. The frequency and distribution of unexpected antibodies at a tertiary hospital in Daejeon. *Korean J Clin Lab Sci.* 2010;42:63-70.
 13. Kim DJ, Sung HH, Park CE. Investigation of red cell antibody screening tests Gyeonggi areas. *Korean J Clin Lab Sci.* 2016;48:36-40. <https://doi.org/10.15324/kjcls.2016.48.1.36>
 14. Choi HK, Choi KS. Status of blood products release at a general hospital in Gyeonggi-do. *Korean J Clin Lab Sci.* 2022;54:73-77. <https://doi.org/10.15324/kjcls.2022.54.1.73>
 15. Carreras Vescio LA, Torres OW, Virgilio OS, Pizzolato M. Mild hemolytic disease of the newborn due to anti-Lewis(a). *Vox Sang.* 1993;64:194-195.
 16. Delk AA, Gammon RR, Alvarez H, Benitez N, Bright F. A hemolytic transfusion reaction caused by an unexpected Leb antibody. *Lab Med.* 2021;52:303-306. <https://doi.org/10.1093/labmed/lmaa070>