



ABO-RhD 혈액형 검사와 비예기항체 선별검사를 위한 혈액은행 자동화장비 IH-500과 VISION Max의 평가

Evaluation of the Automated Blood Bank Systems IH-500 and VISION Max for ABO-RhD Blood Typing and Unexpected Antibody Screening

박유미¹ · 김선영¹ · 구선희¹ · 임진숙¹ · 김지명¹ · 임영애² · 권계철¹

Yumi Park, M.D.¹, Seon Young Kim, M.D.¹, Sun Hoe Koo, M.D.¹, Jinsook Lim, M.D.¹, Ji Myung Kim, M.D.¹, Young Ae Lim, M.D.², Gye Cheol Kwon, M.D.¹

충남대학교 의과대학 진단검사의학교실¹, 아주대학교 의과대학 진단검사의학교실²

Department of Laboratory Medicine¹, Chungnam National University College of Medicine, Daejeon; Department of Laboratory Medicine², Ajou University School of Medicine, Suwon, Korea

Background: The use of automated systems for pre-transfusion tests is increasing in an attempt to reduce workload and the impact of human errors in blood banks. We evaluated the clinical performance of the automated blood bank systems IH-500 (Bio-Rad Laboratories, Switzerland) and VISION Max (Ortho-Clinical Diagnostics, USA) for ABO-RhD blood typing and unexpected antibody screening.

Methods: ABO-RhD blood typing was performed for 410 samples, and antibody screening was performed for 332 samples, including 15 antibody-positive samples. The results obtained from the two automated instruments were compared with those obtained using manual methods for ABO-RhD blood typing and a semiautomated method (DiaMed-ID system) for antibody screening. Additionally, both instruments were evaluated in terms of concordance rates, sensitivity, and carryover.

Results: The concordance rate of the ABO-RhD blood typing results between the manual methods and the two automated instruments was 100%. For antibody screening tests, the concordance rates between the semiautomated method (DiaMed-ID system) and the automated methods were 100% and 99.7% for the IH-500 and VISION Max instruments, respectively. The sole discrepant result was obtained for a sample identified as antibody-positive only on the VISION Max; the antibody was identified as anti-Le^a. The overall sensitivity of the two automated instruments was the same as or higher than that of the semiautomated method. Carryover was not observed in antibody screening.

Conclusions: The IH-500 and VISION Max instruments showed reliable results for ABO-RhD blood typing and unexpected antibody screening, and can be used clinically, with confidence, for pre-transfusion tests in the blood bank.

Key Words: Blood bank, Automation, IH-500, VISION Max

서론

혈액은행에서 ABO-RhD 혈액형 검사 및 비예기항체 선별검사는 수혈 전 검사 중 가장 기본적이고 중요한 검사로 안전한 수혈을

Corresponding author: Gye Cheol Kwon

Department of Laboratory Medicine, Chungnam National University College of Medicine, 282 Munhwa-ro, Jung-gu, Daejeon 35015, Korea
Tel: +82-42-280-7799, Fax: +82-42-280-5365, E-mail: kckwon00@naver.com

Received: December 7, 2016

Revision received: January 11, 2017

Accepted: February 15, 2017

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

© 2017, 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/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

위해 필수적인 검사이다[1]. 이러한 혈액은행 검사들은 다른 검사 분야와 달리 수기법에 의존하여 자동화장비의 도입이 어려웠다. 그러나 최근 다양한 자동화장비가 소개되면서[2] 자동화장비의 도입이 수기로 인한 오류를 줄이고 검사 효율을 높이며, 검사 건수가 많은 기관에서는 수기법에 비해 검사소요시간과 비용을 줄일 수 있다는 경제적 이점 때문에 혈액은행 자동화장비의 사용이 점차 증가하고 있다[3-5]. 최근 자동화장비에는 원주응집법(column agglutination technique), 고형상적혈구부착법(solid phase red cell adherence assay), 그리고 적혈구자기화법(erythrocyte-magnetized technique)을 원리로 하는 다양한 기법들이 도입되어 이용되고 있다[6, 7]. IH-500 (Bio-Rad Laboratories, Cressier FR, Switzerland)과 VISION Max (Ortho-Clinical Diagnostics, Raritan, NJ, USA)는 원주응집법을 원리로 한 혈액은행 자동화장비로 IH-500은 겔(gel) column을, VISION Max는 유리 미세구 기질(glass microbead ma-

trix)을 포함하고 있는 column을 이용하여 ABO-RhD 혈액형 검사, 비예기항체 선별검사 및 동정검사가 가능하도록 개발된 자동화장비이다. 그러나, 현재까지 국내에서 IH-500과 VISION Max 장비에 대한 평가 데이터가 보고된 바 없다.

이에 본 연구에서는 혈액은행 자동화장비 IH-500과 Vision Max로 ABO-RhD 혈액형 검사와 비예기항체 선별검사를 실시하고, 그 결과를 현재 검사실에서 시행중인 슬라이드법과 시험관법을 이용한 수기법 ABO 및 RhD 혈액형 검사 결과 및 DiaMed-ID system을 이용한 반자동화법 비예기항체 선별검사 결과와 비교하여 임상적 유용성을 평가하였다.

재료 및 방법

1. 대상

2016년 3월 본원 혈액은행에 검사가 의뢰된 검체 중 무작위 선정하여 ABO-RhD 혈액형 검사 410건, 비예기항체 선별검사는 332건을 대상으로 시행하였다. 검체는 냉장 보관하였다가 사용하였으며, 즉시 검사시행이 가능하지 않은 경우에는 -20°C에 냉동 보관하였다가 검사 직전에 해동하여 사용하였다.

2. 방법

기존에 시행하던 수기법은 기존에 사용하던 첨가제가 없는 채혈관 혈액을 이용하였고 자동화장비에는 같은 환자의 EDTA 혈액을 사용하였다. 이 EDTA 혈액은 같은 날 환자의 일반혈액검사와 혈액은행검사가 의뢰된 경우 일반혈액검사를 시행하고 남은 검체를 이용하여 검사하였다. 모든 검체는 먼저 육안으로 결과에 영향을 줄 수 있는 검체이상(검체량, 고지질, 용혈, 응고) 여부를 판별한 후 사용하였다. ABO-RhD 혈액형 검사는 채혈 후 48시간 이내, 비예기항체 선별검사는 72시간 이내에 시행하였다. 자동화장비의 반응을 위한 시약과 첨가되는 검체량, 반응시간 등은 각 장비 제조사의 지침에 따라 진행하였다.

비교평가는 현재 본원 검사실에서 시행중인 방법인, ABO 및 RhD 혈액형 검사에서는 슬라이드법과 시험관법을 이용한 수기법, 비예기항체 선별검사에서는 DiaMed-ID system을 이용한 반자동화법을 기준법(reference method)으로 설정하여 두 자동화장비의 결과와 비교하였으며, 동정검사 평가지침인 CLSI guideline EP12-A2에 따라 각 검사의 일치율과 민감도, 특이도를 평가하였다[8].

1) ABO-RhD 혈액형 검사

수기법 ABO-RhD 혈액형 검사는 murine 단클론성 IgM anti-A와 anti-B 및 human 단클론성 IgG/IgM anti-D (DiaMed GmbH, Cressier FR, Switzerland)를 사용하여 슬라이드법과 시험관법을 동시에

실시하여 ABO 혈구형 검사와 RhD 혈액형 검사를 시행하고, ABO 혈청형 검사는 ID-Diacell A1, B cell (DiaMed GmbH)을 사용하여 시험관법으로 실시한 후 결과를 판정하였다. 자동화장비 IH-500은 ID-Diacell A1, B cell과 혈청형 및 혈구형 검사가 동시에 이루어지는 ID card인 DiaClon ABO/D+ Reverse grouping을 사용하여 시행하였다. 자동화장비 VISION Max는 0.8% Affirmagen A1, B cell (Ortho-Clinical Diagnostics)과 각각의 항혈청시약이 들어있는 ABO/Rh Reverse Cassette를 이용하여 검사하였다. 두 자동화장비는 모든 과정이 자동으로 진행되었으며 반응결과는 내장된 카메라에 찍히고 소프트웨어에 의해 자동으로 인식되어 반응강도에 따라 음성, trace, +1, +2, +3, +4의 6단계로 해석되어 보고되었다. 모든 결과는 혈구형 검사와 혈청형 검사의 결과가 일치하는 경우에만 혈액형을 판정하였으며, 기존 수기법과 자동화장비 검사법 모두에서 판독이 가능하고 판독된 결과가 일치한 경우만 두 검사 결과가 일치한 것으로 간주하였다.

2) 비예기항체 선별검사 및 동정검사

반자동화법으로 시행한 비예기항체 선별검사는 DiaMed-ID system (DiaMed Ag, Cressier FR, Switzerland)을 이용하였으며 다특이 항글로불린(anti-IgG와 anti-C3d)이 포함되어있는 LISS (low ionic strength saline solution)/Coombs card에 항체선별용혈구인 ID-DiaCell I, II cell을 각각 50 µL씩 분주하고 환자 혈청을 25 µL를 첨가하여 37°C에서 15분간 항온한 후 10분 동안 원심분리 하여 반응결과를 육안으로 판정하였다. 자동화장비 IH-500에서는 반자동화법과 동일하게 ID-DiaCell I, II cell과 DiaMed-ID system (DiaMed Ag)을 이용하였으며, VISION Max는 0.8% Selectogen I, II cell (Ortho-Clinical Diagnostics)과 AHG (anti-human globulin)가 포함되어있는 AHG Poly cassette를 이용하였다. 자동화장비에서 카세트 이동, 검체 및 시약 분주, 항온, 원심분리 등의 검사과정은 모두 자동으로 수행되었다. 두 자동화장비의 반응결과는 내장된 카메라에 의해 읽히고 소프트웨어에 의해 자동으로 인식되어 반응강도에 따라 -, +/-, +, ++, +++, ++++의 6단계로 해석되어 보고되었다. 비예기항체 선별검사에서도 한 가지 이상 양성을 보인 검체들은 비예기항체 동정검사를 실시하였다. 반자동화법(DiaMed-ID system)과 자동화장비 IH-500에서 비예기항체 선별검사결과 양성인 경우 11가지 동정혈구패널로 구성된 ID-DiaPanel (DiaMed Ag)로, VISION Max에서 양성인 경우 0.8% Resolve Panel A (Ortho, Raritan, NJ, USA)로 각각 항체를 동정하였다. 두 자동화장비에서 비예기항체 선별검사 및 동정검사는 모두 항글로불린 단계까지만 시행하였으며, 비예기항체 선별검사에서도 불일치 결과를 보이는 검체에 대해 제3의 기관에 의뢰하여 효소법을 수기로 시행하였다. 효소법은 papain 처리된 1.0% 적혈구 부유액 11개의 Set ID-DiaPanel P

Table 1. Comparison between manual and automated methods for ABO typing

ABO type		IH-500					VISION Max				
		A	B	O	AB	Total	A	B	O	AB	Total
Manual method	A	116	0	0	0	116	116	0	0	0	116
	B	0	119	0	0	119	0	119	0	0	119
	O	0	0	125	0	125	0	0	125	0	125
	AB	0	0	0	50	50	0	0	0	50	50
	Total	116	119	125	50	410	116	119	125	50	410
Concordance rate, %		100 (410/410)					100 (410/410)				

(DiaMed Ag)를 각각 NaCl/Enzyme card (DiaMed Ag)에 50 μ L씩 넣고 환자 혈청 25 μ L를 첨가하여 LISS/Coombs 방법과 동일한 방법으로 검사하고 판독하였다.

반자동화법(DiaMed-ID system)과 두 자동화장비 검사법 모두에서 판독이 가능하고 판독된 결과가 일치한 경우만을 두 검사결과가 일치한 것으로 간주하였으며, 결과 분석은 본원 검사실에서 시행하는 반자동화법(DiaMed-ID system)을 기준으로 하고 IH-500과 VISION Max 검사법을 비교법으로 하여 두 자동화장비 검사결과와의 전체적인 일치율을 구하였다.

3) 비예기항체 희석검사

비예기항체의 검출 민감도 비교를 위해 희석검사를 시행하였다. 항체 동정검사를 시행하고 남은 환자의 혈청(anti-E와 anti-Le^a) 및 시약용(Ortho-Clinical Diagnostics)으로 나온 단클론성 IgG anti-Fy^a, 다클론성 IgG anti-c 및 다클론성 IgG anti-D 항혈청을 사용하였다. 이들 원액을 생리식염수로 2배씩 계대희석(1:1-1:256)하여 반자동화법(DiaMed-ID system), 자동화장비 IH-500과 VISION Max로 비예기항체 선별검사를 시행한 후 응집반응의 양성기준을 반응강도 trace(\pm) 이상으로 설정하여 항체별로 검출민감도를 비교하였다.

4) 검체 간 교차 오염률

시약용으로 나온 고역가의 다클론성 IgG anti-D (Ortho-Clinical Diagnostics)를 양성검체로, 생리식염수를 음성검체로 사용하여 비예기항체 선별검사를 실시하였다. 두 자동화장비에서 모두 양성 검체를 4회 연속으로 검사하고, 이어서 음성검체를 4회 연속으로 검사하여 양성검체가 음성검체의 결과에 영향을 미치는지 확인하였다.

결 과

1. ABO-RhD 혈액형 검사 결과

ABO 혈액형 검사는 총 410검체 중 A형은 116검체, B형은 119검

Table 2. Comparison between manual and automated methods for RhD typing

RhD		IH-500			VISION Max		
		Positive	Negative	Total	Positive	Negative	Total
Manual method	Positive	409	0	409	409	0	409
	Negative	0	1	1	0	1	1
	Total	409	1	410	409	1	410
Concordance rate, %		100 (410/410)			100 (410/410)		

체, O형은 125검체, AB형은 50검체였으며, RhD 검사에서는 양성 409검체, 음성 1검체의 분포를 보여 수기법과 두 장비 모두 100% 일치하였다(Tables 1, 2).

자동화장비 결과의 반응강도는 수기법과 비교하였을 때 같은 강도를 보이거나 ± 1 이내의 차이로 결과에 영향을 주는 의미 있는 차이를 보이지 않아 양성, 음성으로만 판정하였으며 혈구형과 혈청형이 서로 일치하지 않아 판독불가로 판정된 검체는 없었다.

2. 비예기항체 선별검사 및 동정검사 결과

비예기항체 선별검사 332건 중 현재 검사실에서 시행중인 반자동화법(DiaMed-ID system)에서 음성은 318건, 양성은 14건으로 나타났다. 반자동화법과 동일한 DiaMed-ID system을 이용한 자동화장비 IH-500의 경우 수기법과 100% (332/332) 일치하였다. 반면 VISION Max의 경우는 음성 317검체, 양성 15검체로 반자동화법(DiaMed-ID system) 결과와 비교하였을 때 99.7% (331/332) 일치율을 보였다. 비예기항체 선별검사서 불일치 결과를 보이는 1검체는 항글로불린 단계까지만 시행한 반자동화법(DiaMed-ID system)과 자동화장비 IH-500 결과에서는 음성이었으나, 자동화장비 VISION Max의 결과에서는 양성으로 나타났다. 비예기항체 선별검사서 양성을 보인 15검체를 이용하여 동정검사를 실시한 결과, 반자동화법(DiaMed-ID system)과 두 자동화장비에서 모두 양성을 보인 14검체에 대해 동정된 비예기항체는 anti-E 7건, anti-D 2건, anti-Fy^a 2건, anti-Le^a 1건, anti-E+c 1건, anti-c 1건이었다. 비예기항체 선별검사서 불일치 결과를 보이는 1검체는 항글로불린 단계까지 시행한 비예기항체 동정검사서 VISION Max에서만

Table 3. Comparison between semiautomated and automated methods for antibody screening

Antibody screening		IH-500			VISION Max		
		Positive	Negative	Total	Positive	Negative	Total
Semiautomated method	Positive	14	0	14	14	0	14
	Negative	0	318	318	1	317	318
	Total	14	318	332	15	317	332
Concordance rate, %		100 (332/332)			99.7 (331/332)		
Sensitivity, %		93.3			100		
Specificity, %		100			100		

Table 4. Comparison between semiautomated and automated methods for antibody titration

Ab specificity	Semiautomated method	IH-500	VISION Max
Anti-E	1:16	1:64	1:16
Anti-Le ^a	1:2	1:4	1:16
Anti-c	1:2	1:4	1:2
Anti-Fy ^a	1:4	1:16	1:8
Anti-D	1:1	1:4	1:2

anti-Le^a로 확인되었다. 이 불일치 결과 검체를 제3의 기관에 의뢰하여 효소법을 수기로 추가하여 항체동정검사를 시행한 결과 VISION Max의 결과와 동일하게 anti-Le^a로 확인되어 IH-500의 비예기항체 선별검사결과가 위음성인 것으로 판단되었다. 이에 따라 비예기항체 선별검사에서도 IH-500과 VISION Max의 민감도는 각각 93.3% (14/15), 100% (15/15)였으며, 특이도는 각각 100% (317/317), 100% (317/317)였다(Table 3).

3. 검출민감도 결과

비예기항체 희석검사는 총 5종의 비예기항체 anti-E, anti-Le^a, anti-c, anti-Fy^a 및 anti-D에 대해 시행하였다. IH-500과 VISION Max의 검출민감도는 각각 1:4 (anti-Le^a, anti-c 및 anti-D) - 1:64 (anti-E), 1:2 (anti-c와 anti-D) - 1:16 (anti-E와 anti-Le^a)으로 비예기항체 종류에 따라 다양하게 나타났다. 5종의 비예기항체 모두 자동화장비를 사용한 경우에 반자동화법에 비해 같거나 높은 검출 민감도를 보였고, 특히 anti-Le^a의 경우 VISION Max에서, anti-E, anti-c, anti-Fy^a 및 anti-D 경우 IH-500에서 높은 민감도를 보였다(Table 4).

4. 교차오염(Carryover) 결과

비예기항체 선별검사에서도 교차오염 평가 결과 두 장비 모두 앞의 양성검체가 뒤의 음성검체의 결과에 영향을 주는 교차오염은 없는 것으로 확인되었다.

고찰

본 연구에서 ABO-RhD 혈액형 검사는 두 자동화장비 모두 기존 수기법과 비교하여 100% 일치율을 보였으며, 이는 원주응집법 원리를 사용하는 다른 자동화장비의 일치율과 유사하였다[4, 9]. 항체선별검사에서도 두 장비 모두 반자동화법(DiaMed-ID system)의 결과와의 일치율이 99.7% 이상으로 우수한 결과를 보였다. 특히 IH-500의 경우는 비예기항체 선별검사에서도 반자동화법(DiaMed-ID system) 결과와 100% 일치하였는데 이는 기준법(reference method)인 반자동화법과 자동화장비 IH-500이 DiaMed-ID system이란 동일한 검사원리를 갖는 같은 제조사의 제품을 사용하고 있기 때문에 어느 정도 예상 가능한 결과였다. 비예기항체 선별검사에서도 불일치 결과를 나타내는 1검체는 항글로불린 단계까지만 시행한 VISION Max에서 양성으로, 반자동화법과 IH-500에서는 음성이었고, VISION Max에서 anti-Le^a로 동정되었다. 이 검체에 대해 수기로 효소법을 추가하여 비예기항체 동정검사를 시행한 결과 VISION Max의 결과와 동일하게 anti-Le^a로 확인되었다. Anti-Le^a는 대개 IgM 한랭항체로 실온에서 반응성이 가장 크며, 용혈성 수혈부작용 등의 문제를 거의 일으키지 않아 임상적으로 큰 의미는 없는 것으로 알려져 있으나, 반응온도의 범위가 넓은 anti-Le^a에 의한 용혈성 수혈부작용 사례가 드물게 보고된 바 있다[12, 13]. VISION Max에서 anti-Le^a의 검출은 비예기항체 희석검사 결과에서 VISION Max는 1:16, IH-500는 1:4의 희석배수에서 검출되어 VISION Max의 검출 민감도가 더 높은 것으로도 설명할 수 있겠다. 비예기항체 동정검사에서 효소법을 추가하였을 때 anti-Le^a의 검출은 Lee 등[14]에 따르면 효소법을 추가해서 동정이 가능한 경우는 비예기항체 그룹에서 Lewis 계열 항체가 Rh 계열 항체 다음으로 동정이 가능한 경우가 많았다고 보고된 바 있다. Weisbach 등[15, 16], Kim 등[17]에 따르면 Ortho사의 BioVue system이 동일한 원주응집법을 이용한 DiaMed-ID system보다 anti-Le^a 검출률이 높다고 보고한 바 있다. 또한 Lim 등[18]의 연구에서는 Ortho BioVue system이 DiaMed-ID System과 비교하여 LISS 첨가 등의 과정이 추가되어 있어서 한랭항체를 보다 민감하게 검출하는 것으

로 생각된다고 설명하고 있다. Park 등[10]과 Cid 등[11]은 원주응집법 간의 차이를 기술적인 요소의 차이에 기인한다고 보고하고 있다. 원주관의 내용물을 DiaMed-ID system은 겔(gel)을 기질로 사용하며, Ortho BioVue system은 유리 미세구(glass microbead) 기질을 사용하는 것과 그 밖에 검사에 필요한 검체량 및 검사 혈구 양과 항은 및 원심분리시간의 차이로 설명하고 있다. 하지만 이 두 검사 시스템은 전반적으로 임상적으로 중요한 항체의 선별능에는 큰 차이가 없는 것으로 보고되고 있으므로[15], 장비 선정 시에 이들을 고려할 필요가 있을 것으로 여겨진다.

본 연구의 제한점은 ABO-RhD 혈액형 검사에서 ABO 아형이 포함되지 않았고, Rh 음성검체가 1건으로 검체수가 적으며, 비예기항체 양성검체가 15건으로 양성검체 수가 음성검체 수에 비해 적고 제한적이라는 점이다. 따라서 이것을 보완하기 위해 더 다양한 종류의 항체가 포함된 충분한 수의 검체를 포함한 연구가 필요할 것으로 생각된다. 국내에서도 자동화장비의 도입이 증가함에 따라 많은 자동화장비들의 평가가 이루어졌고[4, 9, 17, 19-22], 이들 검사 결과 또한 기존 수기법과 비교하여 신뢰할 만한 일치율을 보이고 있다. 또한 Song 등[5]의 연구에 따르면 일정 검체 수 이상일 때 자동화장비 도입은 증대되는 업무량의 해소와 일괄 검사 시 소요시간도 단축시킬 수 있다고 보고된 바 있다. 따라서 객관적이고 표준화된 평가지침이 마련된다면 자동화장비가 수기법을 대체 가능하다고 생각된다.

결론적으로 자동화장비 IH-500과 VISION Max의 검사결과는 기존에 사용하던 수기법과 반자동화법과 비교하여 높은 일치율을 보여 신뢰할 만한 것으로 생각되었다. 따라서 자동화장비 IH-500과 VISION Max는 혈액은행에서의 수혈 전 검사에서 임상적으로 유용하게 사용할 수 있을 것으로 생각된다.

요 약

배경: 수혈 전 검사에서 자동화장비의 사용은 혈액은행에서의 업무량과 인적 오류 영향을 줄이기 위해 점차 증가하고 있는 추세이다. 이에 본 연구에서는 ABO-RhD 혈액형 검사와 비예기항체 선별 검사에서 혈액은행 자동화장비 IH-500 (Bio-Rad Laboratories, Switzerland)과 VISION Max (Ortho-Clinical Diagnostics, USA)의 임상적 수행능을 평가하고자 하였다.

방법: 총 410건의 ABO-RhD 혈액형 검사와 15개의 비예기항체 양성검체를 포함한 332건의 비예기항체 선별검사를 시행하였다. 두 자동화장비의 ABO-RhD 혈액형 검사결과는 수기법과 비예기항체 선별검사 결과는 반자동화법(DiaMed-ID system)과 비교하였다. 또한 ABO-RhD 혈액형 검사와 비예기항체 선별검사에서의 일치율, 비예기항체 희석검사, carryover 항목에 대해 평가하였다.

결과: 두 자동화장비와 수기법의 ABO-RhD 혈액형 검사결과는 100% 일치하였다. 비예기항체 선별검사에서의 반자동화법(DiaMed-ID system)과 비교하였을 때 IH-500과 VISION Max의 일치율은 각각 100%, 99.7%였다. 한 개의 불일치 결과는 VISION Max에서만 항체선별검사 양성이었다고, anti-Le^a로 확인되었다. 비예기항체 희석 검사에서는 반자동화법보다 자동화장비에서 같거나 더 높은 검출 민감도를 보였으며, 항체선별검사에서의 검체 간 교차오염은 관찰되지 않았다.

결론: IH-500과 VISION Max는 ABO-RhD 혈액형 검사와 항체선별 검사에서 신뢰할 만한 결과를 보였다. 따라서 혈액은행에서의 수혈 전 검사에 임상적으로 사용할 수 있을 것으로 생각된다.

REFERENCES

1. Han KS, Park KU, Song EY. Transfusion medicine. 4th ed. Seoul: Korea Medical Book Publisher, 2014:269-77.
2. Malomgré W and Neumeister B. Recent and future trends in blood group typing. Anal Bioanal Chem 2009;393:1443-51.
3. Shin KH, Kim HH, Chang CL, Lee EY. Economic and workflow analysis of a blood bank automated system. Ann Lab Med 2013;33:268-73.
4. Shin SY, Kwon KC, Koo SH, Park JW, Ko CS, Song JH, et al. Evaluation of two automated instruments for pre-transfusion testing: AutoVue Innova and Techno TwinStation. Korean J Lab Med 2008;28:214-20.
5. Song YK, An TK, Hwang JY, Shim HE, Lee DH, Kong SY. Comparison of effectiveness between blood bank automation system and manual method for ABO-RhD blood typing and antibody screening test in a single center. Korean J Blood Transfus 2014;25:93-8.
6. Garratty G. Advances in red blood cell immunology 1960 to 2009. Transfusion 2010;50:526-35.
7. Bajpai M, Kaur R, Gupta E. Automation in immunohematology. Asian J Transfus Sci 2012;6:140.
8. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). CLSI document EP12-A2. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute, 2008.
9. Park Y, Lim J, Ko YH, Kwon K, Koo S, Kim J. Evaluation of IH-1000 for automated ABO-Rh typing and irregular antibody screening. Korean J Blood Transfus 2012;23:127-35.
10. Park JS, Park CM, Chang HE, Kim MJ, Park KU, Song J, et al. Evaluation of the performance of the DG Gel test for unexpected antibody screening and identification. Korean J Blood Transfus 2008;19:49-56.
11. Cid J, Nogues N, Montero R, Hurtado M, Briega A, Parra R. Comparison of three microtube column agglutination systems for antibody screening: DG Gel, DiaMed-ID and Ortho BioVue. Transfus Med 2006;16:131-6.

12. Han KS, Cho HI, Kim SI. A Study on the hemolytic transfusion reactions due to irregular antibodies. *Korean J Hematol* 1989;24:27-33.
13. Höglund P, Rosengren-Lindquist R, Wikman AT. A severe haemolytic transfusion reaction caused by anti-Le^a active at 37°C. *Blood Transfus* 2013;11:456-9.
14. Lee DD, Oh SH, Shin HJ, Chung JS, Cho GJ, Park TS, et al. Diagnostic usefulness of antibody identification test including enzyme method. *Korean J Hematol* 2006;41:167-71.
15. Weisbach V, Ziener A, Zimmermann R, Glaser A, Zingsem J, Eckstein R. Comparison of the performance of four microtube column agglutination systems in the detection of red cell alloantibodies. *Transfusion* 1999;39:1045-50.
16. Weisbach V, Kohnhäuser T, Zimmermann R, Ringwald J, Strasser E, Zingsem J, et al. Comparison of the performance of microtube column systems and solid-phase systems and the tube low-ionic-strength solution additive indirect antiglobulin test in the detection of red cell alloantibodies. *Transfus Med* 2006;16:276-84.
17. Kim SH, Nam DH, Yang JH, Yoon SY, Kim YK, Lee KN, et al. Evaluation of the automatic blood bank instrument AutoVue Innova for antibody screening. *Korean J Blood Transfus* 2008;19:140-5.
18. Lim G, Park KS, Park TS, Lee HJ, Suh JT, Park SY. The frequency and distribution of unexpected antibodies in transfusion candidates with the use of the Ortho Biovue System: recent four year experience. *Korean J Blood Transfus* 2009;20:23-31.
19. Joo SY, Han KS, Kwak YK, Park KU. Evaluation of an automated solid-phase cell adherence assay in the Galileo System (Immucor) for routine pretransfusion tests. *Korean J Blood Transfus* 2011;22:134-43.
20. An TK, Song YK, Seo HS, Kim KL, Kim JA, Ko CH, et al. Evaluation of automated blood bank systems AutoVue Innova and QWALYS-3 for ABO-RhD grouping and antibody screening. *Korean J Blood Transfus* 2012;23:204-9.
21. Jang MA, Oh JW, Lee ST, Seo JY, Kim DW. Evaluation of the automated blood bank systems Galileo NEO and QWALYS-3 for ABO-RhD typing and antibody screening. *Korean J Blood Transfus* 2014;25:235-42.
22. Ko YH, Kim JM, Koo SH, Lim J, Park YC, Kwon KC. Evaluation of the automated QWALYS-3 System for ABO and RhD grouping and unexpected antibody screening. *Korean J Blood Transfus* 2011;22:144-50.