

Mindray BC-6800 자동혈구분석기의 유용성 평가

Evaluation of the Mindray BC-6800 Complete Blood Counts Analyzer

조윤아 · 김미영 · 김한성 · 강희정 · 이영경

Yun-A Jo, M.D., MiYoung Kim, M.D., Han-Sung Kim, M.D., Hee Jung Kang, M.D., Young Kyung Lee, M.D.

한림대학교 의과대학 진단검사의학교실

Department of Laboratory Medicine, Hallym University College of Medicine, Anyang, Korea

Background: The BC-6800 (Mindray, China) is a recently developed hematology analyzer that utilizes 'SF Cube Technology' to improve the reliability of complete blood counts (CBC), white blood cell (WBC) differentials, and erythroblast counts. In this study, we evaluated the performance of the BC-6800 for CBC, WBC differentials, reticulocyte counts, and erythroblast counts and analyzed the efficiency of its flag system.

Methods: Specimens from 100 healthy controls and 95 patients were used. We performed precision and correlation studies of CBC, WBC differentials, reticulocyte counts, and erythroblast counts. We also analyzed the efficiency of the flag system in detecting abnormal blood cells.

Results: The coefficients of variation (CVs) of precision were <2% for most CBC parameters and <5% for neutrophil, eosinophil, and reticulocyte counts. The results obtained using the BC-6800 were well correlated with those of the ADVIA 2120 (Siemens, USA) and LH 750 (Beckman Coulter Corporation, USA). The correlation coefficients (r) were >0.9800 for CBC except erythrocyte indices, and >0.9500 for WBC differentials except monocyte and basophil. The WBC differentials and erythroblast counts obtained using the BC-6800 were well correlated with those of manual counts. The efficiencies of the flag system were 77.9% for Blasts, 82.1% for Immature Gran, 86.3% for Atypical Lymph, and 92.6% for NRBC present.

Conclusions: The BC-6800 showed good precision and correlation with pre-existing hematology analyzers. The flag systems were quite efficient for detecting abnormal blood cells. Our study demonstrated that the BC-6800 hematology analyzer exhibits suitable performance and is helpful in routine laboratories.

Key Words: BC-6800, Hematology analyzer, CBC, Erythroblast, Flag

서론

전혈구계산(Complete blood count, CBC)과 백혈구감별계산은 혈액질환 뿐만 아니라 다양한 질환의 진단에 있어 기본검사이며, 가장 널리 시행되는 검사 중 하나이다[1, 2]. 따라서, 빠르고 정확한

Corresponding author: Young Kyung Lee

Department of Laboratory Medicine, Hallym University College of Medicine,
22 Gwanpyeong-ro, 170 beon-gil, Dongan-gu, Anyang 431-070, Korea
Tel: +82-31-380-3930, Fax: +82-31-380-3934, E-mail: lyoungk@hallym.or.kr

Received: December 31, 2012

Revision received: February 28, 2013

Accepted: April 22, 2013

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

© 2013, 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.

검사결과와 보고가 환자 진료에 있어 매우 중요하고, 이를 위해 다양한 자동혈구분석기들이 개발되어 사용되고 있다[1].

자동혈구분석기는 전통적으로 전기저항이나 광산란 원리를 기본으로 사용하고 있는데, 최근 개발된 자동혈구분석기는 여기에 세포화학적 염색이나 유세포분석과 같은 원리를 추가로 도입하거나, 여러 가지 측정 원리를 동시에 적용함으로써 보다 정확한 결과를 얻기 위한 시도가 끊임없이 진행되어 오고 있다[1-4]. 또한 질환에서 나타날 수 있는 비정상 혈구를 구분하여 검사자로 하여금 추가적으로 검토하게 할 수 있는 다양한 경고(flag) 체제를 제시함으로써 이러한 검체에 대해 수기법 등을 이용한 검토가 용이해지고, 보다 정확한 결과를 보고할 수 있도록 하고 있다[1].

최근 개발된 BC-6800 (Mindray, Shenzhen, China)은 CBC와 5종 백혈구감별계산, 망상적혈구수 측정, 유핵적혈구수 측정이 가능한 자동혈구분석기이다. BC-6800 (Mindray)은 광산란 원리와 DNA/RNA 형광염색법 원리를 동시에 적용하여 혈구세포를 측정하는

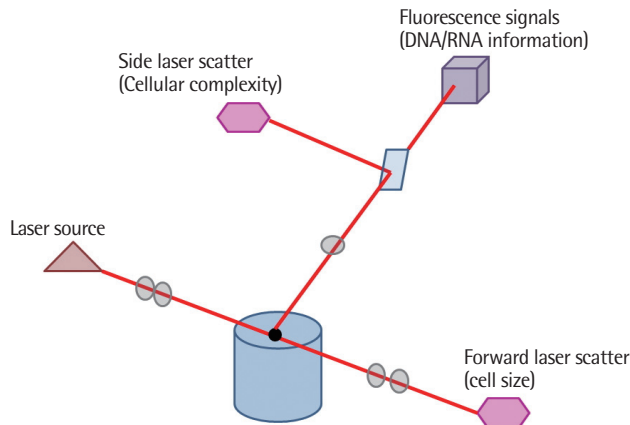


Fig. 1. 'SF Cube Technology' of the BC-6800. After reaction with reagents, the blood cells undergo 3D analysis using information from laser light scatter at two angles and fluorescence signals.

'SF Cube 기술'을 특징으로 한다(Fig. 1). 'SF Cube 기술'은 CBC 및 백혈구감별계산을 보다 정확하게 하고, 미성숙망상적혈구분획이나 유핵적혈구를 정량적으로 분석하며, 기존의 5종 백혈구감별계산에 추가적으로 비정형림프구나, 미성숙과립구 및 유핵적혈구, 말라리아감염 적혈구 등의 존재 여부를 flag로 표시해 슬라이드 재검을 해야 할 검체를 선별하는 데 도움을 주도록 고안되었다.

본 연구에서는 BC-6800 (Mindray)의 CBC 및 5종 백혈구감별계산의 분석 능력을 평가하고, 비정상혈구의 검출 능력 및 flag에 대한 유용성을 분석함으로써 BC-6800 (Mindray)의 자동혈구분석기로서의 유용성을 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 대상

한림대학교 성심병원에 내원하여 CBC가 의뢰된 검체 중 정상 100검체와 비정상 95검체를 대상으로 하였다. 정상검체는 건강검진을 위해 방문한 성인으로 특별한 질환이 없으면서 CBC와 일반 화학검사 결과에서 정상소견을 보인 100검체를 대상으로 하였다. 망상적혈구의 상관성 분석을 위해서는 망상적혈구수가 높은 50검체를 별도로 이용하였다.

검체는 K₂EDTA 진공채혈관(Becton Dickinson, Franklin Lakes, NJ, USA)에 채혈한 전혈을 이용하였다.

2. 장비

BC-6800 (Mindray)은 DIFF, RET, NRBC, WBC/BASO, HGB, RBC/PLT 총 6개의 채널로 구성되어 있으며 CBC와 백혈구감별계산 및 망상적혈구수 측정을 포함하여 47개의 변수를 제공한다. 크기는 680×700×850 mm 정도의 데스크탑 형태이며 CBC와 백혈구

감별계산을 시행할 경우 시간당 약 125검체를 처리할 수 있는 능력을 가지고 있다. BC-6800 (Mindray)에 도입된 'SF Cube 기술'은 광산란 원리에 DNA/RNA 형광염색법을 더해서 측정하는 방식으로 DIFF, RET, NRBC 3개의 채널이 여기에 해당된다. 전혈을 각 채널에 분주하여 빛을 쏘아 세포의 크기와 세포내 구성물을 측정하고 각 세포의 형광염색의 정도에 따라 세포의 DNA/RNA 함유 정도를 측정하여 세포를 구분한다. RBC/PLT 채널은 전기저항법을 이용하며, 소구성 적혈구나 거대혈소판 또는 혈소판 응집과 같이 적혈구와 혈소판 구분이 명확하지 않은 경우 RET 채널의 분석 결과를 스스로 이용하여 구분이 가능하게 하도록 하고 있다.

3. 방법

1) 정밀도

정밀도 평가는 CLSI EP5-A2 [5]에 따라 시행하였다. 대조물질은 CBC는 CBC-X (Mindray, Shenzhen, China), 유핵적혈구는 XE-nRBC (Mindray, Shenzhen, China), 망상적혈구는 XE-Ret Control (Mindray, Shenzhen, China)로 각각 저농도, 정상농도, 고농도 3가지 농도의 물질을 사용하였다. 대조물질은 각각 하루에 2번씩 10일간 측정하였고, 한 번 측정할 때 2회 연속 측정하였다.

2) 상관성

정상 100검체와 비정상 95검체에 대하여 CBC와 5종 백혈구감별계산에 대하여 BC-6800 (Mindray)으로 측정된 결과를 기존에 검사실에서 사용하고 있던 ADVIA 2120 (Siemens, Tarrytown, NY, USA)와 LH 750 (Beckman Coulter Corporation, Miami, FL, USA)로 측정된 결과와 상관성을 평가하였다.

망상적혈구는 정상 100검체와 망상적혈구수가 증가된 50검체를 대상으로 BC-6800 (Mindray)과 ADVIA 2120 (Siemens)의 상관성을 평가하였다.

장비 간 비교검사는 CLSI EP9-A2 [6]에 따라 4시간 이내에 수행되었고, 각 검사는 장비별로 1회 시행하였다.

3) 5종 백혈구감별계산의 정확성 평가

BC-6800 (Mindray)의 5종 백혈구감별계산의 정확성을 평가하기 위해 CLSI-H20-A2 [7]에 따라 BC-6800 (Mindray)의 백혈구감별계산 결과를 참고방법인 수기법과 비교하였다. 대상 검체는 95개 비정상 검체 중 급성백혈병 및 만성림프구백혈병 세포가 20% 이상 관찰되는 검체 9개를 제외한 86개의 비정상 검체와 100개의 정상 검체를 대상으로 평가하였다.

수기법은 검체마다 2개의 슬라이드를 제작하여 2명의 검사자가 각각 서로 다른 슬라이드에 대해 각각 200개의 백혈구를 검사하여 백혈구감별계산을 시행하였다[7].

4) 유핵적혈구계산의 정확성 평가

비정상 95개 검체를 대상으로 유핵적혈구 감별계산력을 수기법과 비교하였다. 유핵적혈구계산은 백혈구 100개에 대해 관찰되는 유핵적혈구수로 표시하였다.

5) Flag의 분석

BC-6800 (Mindray)은 여러가지 종류의 flag를 표시한다. 이 중 주로 형태학적 이상과 관련된 Blasts, Immature Gran, Left Shift, Atypical Lymph, Abn. Lympho/blast, NRBC present 등의 flag가 비정상 검체를 검출하는 데 있어 얼마나 유용한지를 비정상 95검체를 대상으로 평가하였다. Blast, Atypical Lymph, NRBC present flag를 각각 수기법의 모세포, 비정형림프구, 유핵적혈구 존재와 비교하였고, Immature Gran flag와 Left Shift flag는 수기법에서 락구, 후골수구, 골수구, 전골수구, 골수모세포 등의 존재 여부와 비교 분석하고, 각각 민감도, 특이도, 양성 및 음성예측도와 효율성을 구하였다.

4. 통계

통계분석은 MedCalc version 9.4.2.0 (Medcalc software, Mariakerke, Belgium)을 이용하였다.

결 과

1. 정밀도

CBC와 백혈구감별계산의 검사내 변이계수와 전체 변이계수는 Table 1와 같다. CBC는 대부분의 항목에서 2% 미만의 변이계수를 보였고 저농도 혈소판의 전체 변이계수는 4.1%였다.

백혈구감별계산에서 호중구, 림프구, 호산구의 변이계수는 낮은 백혈구수치의 대조물질의 림프구를 제외하고는 0.5-4.9% 범위로 양호한 값을 보였으며, 단구와 호염기구의 변이계수는 12.2-127.9%였고, 대조물질의 백혈구수치가 증가함에 따라서 변이계수는 감소하였다.

망상적혈구의 변이계수는 1.1-3.4%범위로 양호한 값을 보였으며 유핵적혈구는 변이계수가 10.1-22.4%범위였다(Table 1).

2. 상관성

BC-6800 (Mindray)의 CBC 변수들은 ADVIA 2120 (Siemens) 및 LH 750 (Beckman Coulter Corporation)의 결과와 우수한 상관성을 보였다. 백혈구수, 적혈구수, 혈소판수, 혈색소농도, 적혈구용적률은 모두 상관계수(r)가 0.9800 이상을 보였으며, 적혈구수에서 LH 750 (Beckman Coulter Corporation)과 비교한 경우만 r이 0.9214였다. 적혈구지수는 r이 0.7780-0.9373범위였고, MCHC에서

Table 1. The coefficients of variation of within run and total precisions for complete blood count parameters, white blood cell differentials, reticulocytes, and nucleated red blood cells

Parameter	Low			Normal			High		
	Mean	WR (%)	Total (%)	Mean	WR (%)	Total (%)	Mean	WR (%)	Total (%)
WBC ($\times 10^9/L$)	3.8	1.5	2.4	6.8	1.8	1.7	18.6	1.9	2.0
RBC ($\times 10^{12}/L$)	2.4	1.1	1.3	4.7	0.6	0.6	5.6	0.6	0.5
HGB (g/dL)	5.8	1.0	1.6	13.5	0.3	0.4	17.3	0.3	0.8
HCT (%)	19.1	1.2	1.4	42.2	0.6	0.8	55.4	0.6	0.5
MCV (fL)	81.5	0.2	0.4	89.6	0.1	0.3	98.9	0.2	0.3
MCH (pg)	24.6	0.9	1.4	28.7	0.5	0.6	31.0	0.6	0.8
MCHC (g/dL)	30.2	1.0	1.3	32.0	0.6	0.8	31.3	0.6	0.7
RDW (%)	16.2	0.6	0.6	14.7	0.6	0.6	14.9	0.5	0.5
PLT ($\times 10^9/L$)	53.6	3.9	4.1	234.3	1.9	1.8	447.7	1.8	1.8
MPV (fL)	9.0	2.3	2.2	9.6	1.6	1.5	10.4	1.1	0.9
Neutrophil (%)	62.2	1.8	1.6	53.3	1.4	1.3	68.9	0.6	0.5
Lymphocyte (%)	13.5	11.2	11.9	22.0	4.3	3.7	16.7	4.9	3.5
Monocyte (%)	1.0	120.5	127.9	5.9	15.2	14.4	4.3	13.7	12.2
Eosinophil (%)	23.3	4.4	3.8	18.6	4.1	3.7	10.0	4.3	3.5
Basophil (%)	0			0.1	70.3	64.4	0.1	55.6	74
Reticulocyte ($\times 10^{12}/L$)	0.04	3.1	3.4	0.25	2.1	1.7	0.31	1.3	1.3
Reticulocyte (%)	0.73	3.0	3.4	5.4	1.6	1.4	12.9	1.2	1.1
nRBC ($\times 10^{12}/L$)	0			0.12	14.4	14.4	0.14	10.8	10.1
nRBC (%) (/100WBCs)	0			1.22	22.4	21.6	3.65	10.7	10.1

Abbreviations: WR, within-run; WBC, white blood cell; RBC, red blood cell; HGB, hemoglobin; HCT, hematocrit; MCV, mean corpuscular volume; MCH, mean corpuscular hemoglobin; MCHC, mean corpuscular hemoglobin concentration; RDW, red blood cell distribution width; PLT, platelet; MPV, mean platelet volume; nRBC, nucleated red blood cell.

Table 2. Correlation of complete blood count parameters (N=195), white blood cell differentials (N=195) and reticulocyte counts (N=150) of the BC-6800 vs. ADVIA 2120 and the BC-6800 vs. LH 750

Parameter	Range	BC-6800 vs. ADVIA 2120			BC-6800 vs. LH 750		
		Intercept	Slope	r	Intercept	Slope	r
WBC ($\times 10^9/L$)	0.25–373.46	1.3886	0.8001	0.9989	0.7778	0.9069	0.9996
RBC ($\times 10^{12}/L$)	1.61–6.39	-0.0850	1.0473	0.9929	-0.1340	1.0259	0.9214
HGB (g/dL)	4.3–17.2	0.6860	0.9770	0.9937	0.4482	0.9710	0.9976
HCT (%)	13.3–53.5	-1.5148	1.0778	0.9860	-1.4596	1.0404	0.9947
MCV (fL)	71.8–121.1	5.6749	0.9461	0.9373	5.5777	0.9490	0.8077
MCH (pg)	22.5–35.3	3.9809	0.8818	0.8132	2.3113	0.9496	0.9370
MCHC (g/dL)	23.4–36.4	23.0840	0.3150	0.3936	19.3910	0.4332	0.7780
PLT ($\times 10^9/L$)	5–642	4.4958	1.0184	0.9831	-3.2319	0.9607	0.9916
Neutrophil (%)	3.1–96.7	-2.4929	1.0257	0.9888	-2.5947	1.0309	0.9933
Lymphocyte (%)	0.7–96.2	0.4951	0.9551	0.9753	0.0093	0.9836	0.9770
Monocyte (%)	0–50.8	0.8417	0.8033	0.8528	0.6300	1.1165	0.9220
Eosinophil (%)	0–22.3	0.4310	0.9422	0.9596	-0.1767	0.9724	0.9845
Basophil (%)	0–7.3	0.2855	0.6833	0.5889	0.2297	0.8018	0.7380
Reticulocyte (%)	4.9–14.55	0.4030	0.9498	0.9173	-	-	-

Abbreviations: WBC, white blood cell; RBC, red blood cell; HGB, hemoglobin; HCT, hematocrit; MCV, mean corpuscular volume; MCH, mean corpuscular hemoglobin; MCHC, mean corpuscular hemoglobin concentration; PLT, platelet.

Table 3. The efficiency of the BC-6800 flag system for finding abnormal samples

BC-6800 Flag	Blasts	Immature Gran	Left Shift	Immature Gran+Left Shift	Atypical lymph	NRBC present
Manual count	Blast > 2/100WBCs	Band form-Myeloblast	Band form-Myeloblast	Band form-Myeloblast	Atypical lymphocyte > 10%	Erythroblasts > 1/100WBCs
True positive	7	40	28	41	1	7
True negative	67	38	38	37	81	76
False positive	13	3	3	4	12	8
False negative	8	14	26	13	1	4
PPV	35.0	93.0	90.0	91.1	7.7	86.7
NPV	89.3	73.1	59.4	74.0	98.8	93.8
Sensitivity	46.7	74.1	51.9	76.0	50.0	72.2
Specificity	83.8	92.7	92.7	90.2	87.1	97.4
Efficiency	77.9	82.1	69.5	82.1	86.3	92.6

Abbreviations: PPV, positive predictive value; NPV, negative predictive value; WBC, white blood cell.

ADVIA 2120 (Siemens)과의 r이 0.3936으로 낮았다(Table 2).

5종 백혈구감별계산은 호중구, 림프구, 호산구에서는 0.9500 이상의 높은 상관성을 보였고, 단구에서는 ADVIA 2120 (Siemens), LH 750 (Beckman Coulter Corporation)과의 r이 각각 0.8528, 0.9220이었고, 호염기구에서는 각각 0.5889, 0.7380였다(Table 2).

정상 100검체와 비정상 50검체를 대상으로 한 망상적혈구의 ADVIA 2120 (Siemens)과의 상관성 평가에서는 r이 0.9173으로 양호한 결과를 보였다(Table 2).

3. 5종 백혈구감별계산의 정확성 평가

BC-6800 (Mindray)으로 시행한 5종 백혈구감별계산을 정상 100검체와 비정상 86검체를 대상으로 수기법과 비교한 결과 상관계수가 호중구는 0.9360, 림프구는 0.9825, 단구는 0.9553, 호산구는

0.9447, 호염기구 0.7193으로 매우 양호한 상관성을 보였다(Fig. 2).

4. 유핵적혈구 계산의 정확성 평가

비정상 95검체를 대상으로 BC-6800 (Mindray)에 측정된 값과 수기법으로 계산된 값의 r은 0.9711로 매우 양호한 값을 보였다(Fig. 3).

5. Flag의 유용성 평가

비정상 95검체를 대상으로 하여 BC-6800 (Mindray)에서 보고되는 Blasts, Immature Gran, Left Shift, Atypical Lymph, NRBC present flag의 유용성을 평가한 결과는 Table 3와 같다. Blasts flag의 양성예측도는 35.0%, 음성예측도는 89.3%였으며 효율성은 77.9%였다. 미성숙백혈구를 검출하는 데 있어 Immature Gran flag

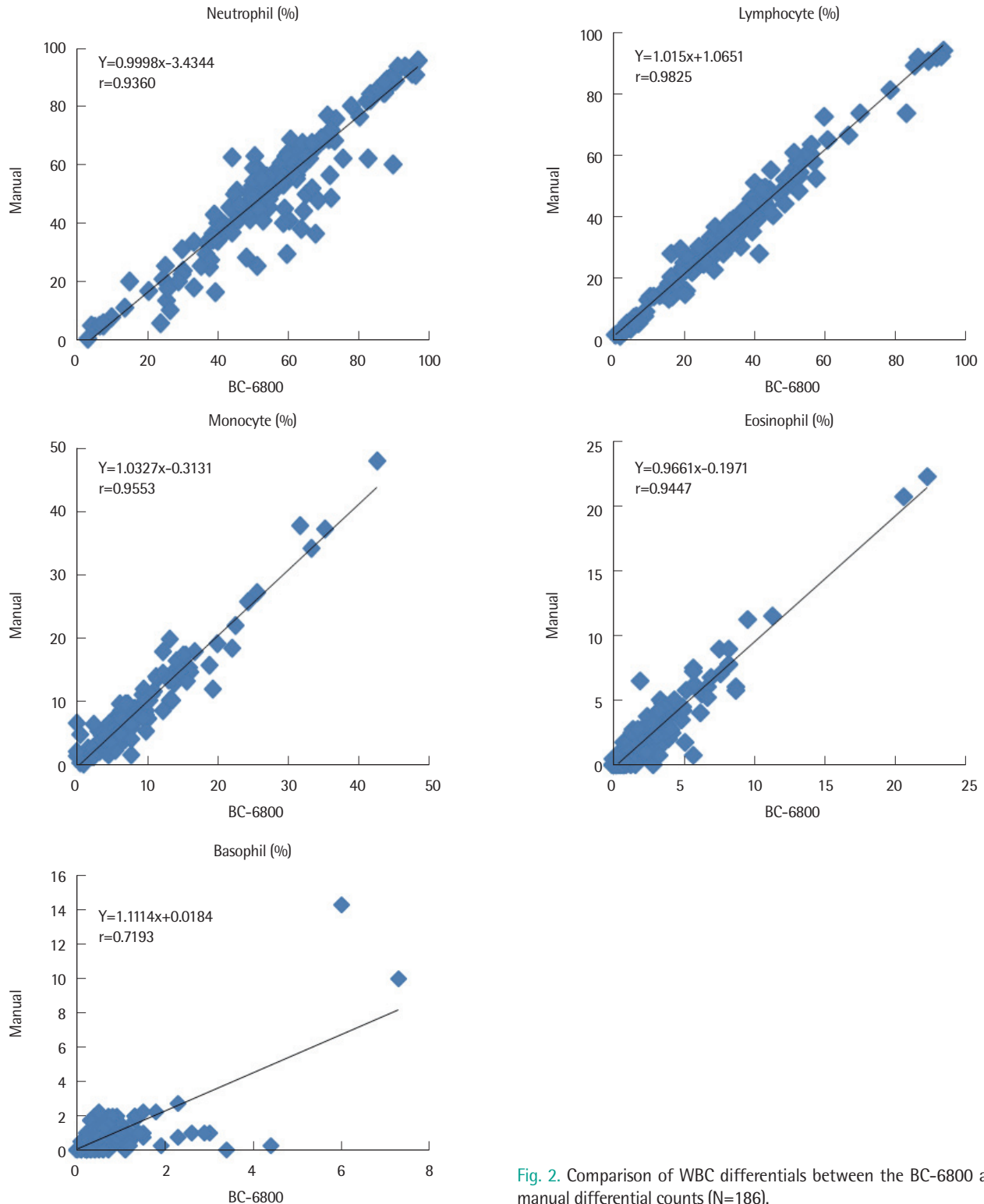


Fig. 2. Comparison of WBC differentials between the BC-6800 and manual differential counts (N=186).

가 양성예측도 93.0%, 음성예측도 73.1%, 효율성 82.1%로, Left Shift flag보다 더 나은 결과를 보였으며, Immature Gran flag와 Left Shift flag를 합한 경우에도 Immature Gran flag 단일 분석 결과와 차이가 없어, 미성숙백혈구 검출에 있어서는 Immature Gran

flag가 유용한 것으로 나타났다. Atypical Lymph flag는 양성예측도와 민감도는 낮았지만 음성예측도와 특이도는 각각 98.8%, 87.1%로 높은 값을 보였다.

NRBC present flag의 양성예측도는 86.7%, 음성예측도는 93.8%,

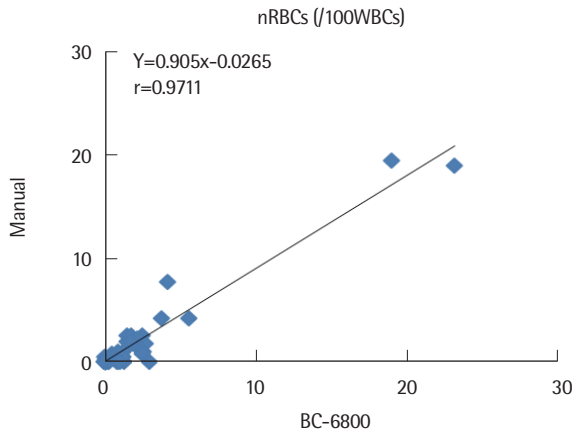


Fig. 3. Comparison of nucleated red blood cell counts between BC-6800 and manual count (N=95).

효율성은 92.6%였으며 95예 중 12예에서 불일치 소견을 보였는데, 위양성이 8예, 위음성이 4예였다. 위음성을 보인 4예 모두 수기법에서 유핵적혈구수가 <3/100 WBCs였다.

고 찰

BC-6800 (Mindray)은 CBC, 5종 백혈구감별계산, 망상적혈구수 및 유핵적혈구수 측정이 가능한 자동혈구분석기로 본 연구에서 우수한 정밀도와 기존 방법과의 상관성을 보였다.

정밀도 평가에서 CV값이 CBC는 대부분 2% 미만, 백혈구 감별 계산은 5% 미만, 망상적혈구는 4% 미만으로 우수한 정밀도를 보였다. 다만, 백혈구감별계산에서 저농도 대조물질의 경우 호염기구와 단구에서 CV값이 높았는데, 이는 다른 자동혈구분석기에서도 비슷한 결과로 대조물질의 단구와 호염기구의 농도가 지나치게 낮은 것이 원인으로 생각된다[2]. 또한, 모든 분획에서 대조물질의 농도가 높아짐에 따라 CV값이 감소하는 경향을 보여, 자동혈구분석기가 많은 수의 세포를 계산할수록 오차가 감소할 것으로 기대된다[2, 4].

상관성 평가에서 CBC 변수들은 MCHC를 제외하고는 모두 기존 장비와 양호한 상관성을 보였다. MCHC의 낮은 상관성은 다른 자동혈구분석기에서도 흔히 보이는 결과로, 적혈구지수를 측정하는 방법이 산란법인지 전기저항법인지 등의 원리에 따라 MCV에 영향을 주고, 이로부터 계산되며 값의 범위가 좁은 MCHC의 상관성에 더 크게 영향을 끼칠 수 있다[8, 9]. BC-6800 (Mindray)은 LH 750 (Beckman Coulter Corporation)과 같이 전기저항법을 이용하며 ADVIA 2120 (Siemens)은 산란법을 이용하기 때문에 ADVIA 2120 (Siemens)과 더 낮은 상관성을 보인 것으로 생각한다.

5종 백혈구감별계산은 정상군에서 호염기구를 제외한 항목에서 기존 장비와 양호한 상관성을 보였으며, 5개의 분획 모두에서

LH 750 (Beckman Coulter Corporation)과의 상관성이 더 높은 경향을 보였다. 전체군을 수기법과 비교했을 때에도 호염기구를 제외한 모든 분획에서 r 이 0.9000 이상의 높은 상관성을 보였으며 호염기구의 r 도 0.7193으로 비교적 양호했다.

말초혈액에서 유핵적혈구가 보이는 것은 그 자체로 비정상 소견이며, 자동혈구계산기에서 백혈구수의 거짓 오류가 있을 수 있어 유핵적혈구의 정확한 측정이 중요하다[10, 11]. BC-6800 (Mindray)은 광산란과 형광염색을 이용한 별도의 채널에서 유핵적혈구수를 측정할 수 있고, 수기법과도 우수한 상관성을 보였다($r=0.9711$). 대조물질을 이용해서 유핵적혈구수의 정도관리도 가능한데, 대조물질의 유핵적혈구수가 중간농도는 1.22/100 WBCs, 고농도는 3.65/100 WBCs로 임상 검체에서 주로 관찰되는 범위이기는 하나, 상당히 낮은 농도여서 정밀도 CV는 다소 높은 값을 보였다[12].

정확한 flag는 검사실의 슬라이드 재검물을 낮출 수 있고 환자를 진단하는데도 도움이 된다[1, 9]. 본 연구에서는 주로 flag에 의존하게 되는 비정상 세포 관련 flag의 유용성을 평가하였다. Blasts flag는 8예에서 위음성을 보였는데, 7예는 모세포가 1% 미만이었었고 Immature Gran, Atypical Lymph 등의 다른 flag가 표시되었으며, 1예는 모세포가 15% 이상이었던 ALL 환자로 Abn. Lympho/blast flag가 표시되어, 이들 flag를 종합적으로 활용하면 도움이 될 것으로 생각하였다. 미성숙골수세포의 존재를 표시하는 flag로 Immature Gran과 Left Shift 두 가지가 있었는데, 이 중 Immature Gran이 Left Shift 보다 더 효율성이 높았으며, 특히 Immature Gran의 양성예측도가 높아 미성숙골수세포를 판단하는 유용한 flag라고 생각하였다. Atypical Lymph flag의 경우 민감도가 50%로 타 연구에 비해 낮은 편이었으며 특히 위음성이 1예 있었다[12]. 그러나, 본 연구에서 양성인 예가 2예로 매우 적었던 한계가 있으며, 위음성인 1예에서도 Abn. Lympho/blast flag가 표시되었다. 반면, NRBC present flag는 특이도, 음성예측도, 효율성이 매우 높으며, 이는 다른 연구와 비교해 보았을 때에도 우수한 결과여서 검사실에서 유용한 지표로 사용할 수 있을 것으로 기대한다[1, 12].

BC-6800 (Mindray)은 CBC와 백혈구감별계산에 있어 정밀도와 기존 장비와의 상관성이 우수하였고, 백혈구감별계산 및 유핵적혈구 측정에 있어 수기법과도 좋은 상관관계를 보였으며, 여러가지 flag로 비정상소견을 표시할 수 있는 기능을 가지고 있어 일반혈액 검사실에서 유용하게 사용될 수 있을 것으로 생각한다.

요 약

배경: BC-6800 (Mindray, China)는 최근 개발된 자동혈구분석기로 전혈구계산(Complete blood count, CBC)과 백혈구감별계산, 유핵적혈구를 보다 정확하게 측정하기 위해 ‘SF Cube 기술’을 도입

하였다. 본 연구에서는 CBC, 백혈구감별계산, 망상적혈구수, 유핵적혈구수 측정에 있어 BC-6800 (Mindray)의 성능과 flag 체계의 효율성을 평가하고자 하였다.

방법: 정상 100검체와 비정상 95검체를 대상으로 하였다. CBC, 백혈구감별계산, 망상적혈구수, 유핵적혈구수 측정의 정밀도와 상관성을 분석하였다. 또한 비정상세포를 검출하는 데 있어 flag의 효율성도 평가하였다.

결과: 정밀도분석에서 변이계수(CV)는 대부분 CBC 변수에서는 <2%, 호중구와 호산구, 망상적혈구수 측정에서는 <5%였다. BC-6800 (Mindray)의 결과는 ADVIA 2120 (Siemens, USA), LH 750 (Beckman Coulter Corporation, USA)와 우수한 상관성을 보였다. 상관계수(r)는 적혈구지수를 제외한 CBC 지표에서 >0.9800였고 단구와 호염기구를 제외한 백혈구감별계산에서 >0.9500였다. 그리고 BC-6800 (Mindray)의 백혈구감별계산과 유핵적혈구수 측정은 수기법과도 우수한 상관성을 보였다. 각 flag의 효율성은 Blasts가 77.9%, Immature Gran이 82.1%, Atypical Lymph가 86.3%, NRBC present가 92.6%였다.

결론: BC-6800 (Mindray)은 높은 정밀도를 보이고, 기존의 자동혈구분석기와 우수한 상관성을 보였다. 또한, flag 체계는 비정상세포를 검출하는 데 유용한 결과를 보였다. 본 연구 결과 BC-6800 (Mindray)은 우수한 성능의 자동혈구분석기로 일반검사에서 사용하기에 유용할 것으로 생각한다.

REFERENCES

1. Ward PC. The CBC at the turn of the millennium; an overview. *Clin Chem* 2000;46:1215-20.
2. Kang SH, Shin E, Ham CK, Kim HK, Cho HI. CELL-DYN Sapphire hematology analyzer performance evaluation on leukocyte differential counts. *J Lab Med Qual Assur* 2006;28:219-24.
3. Buttarello M and Plebani M. Automated blood cell counts: state of the art. *Am J Clin Pathol* 2008;130:104-16.
4. Johnson M, Samuels C, Jozsa N, Gorney K. Three-Way evaluation of high-throughput hematology analyzers-Beckman Coulter LH 750, Abbott Cell-Dyn 4000, and Sysmex XE-2100. *Laboratory Hematology* 2002;8:230-8.
5. Clinical and laboratory standards institute. Evaluation of precision performance of quantitative measurement methods; approved guideline. 2nd ed. EP5-A2. Wayne, PA: Clinical and laboratory standards institute, 2004.
6. Clinical and Laboratory Standard Institute. Method comparison and bias estimation using patient samples; approved guideline. 2nd ed. EP9-A2. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute, 2002.
7. Clinical and laboratory standards institute. Reference leukocyte (WBC) differential count (proportional) and evaluation of instrumental methods; approved standard. 2nd ed. H20-A2. Wayne, PA: Clinical and laboratory standards institute, 2007.
8. Yang HY, Park SY, Suh JT, Lee HJ. Evaluation of CELL-DYN Sapphire hematology analyzer. *J Lab Med Qual Assur* 2008;30:189-94.
9. Van Hove L, Schisano T, Brace L. Anemia diagnosis, classification, and monitoring using Cell-Dyn technology reviewed for the new millennium *Laboratory Hematology* 2000;6:93-108.
10. Jianying Li. The preliminary study of nucleated red blood cell counting by automated hematology analyzer. *Sysmex J Int* 2004;14:13-7.
11. Walters J. and Garrity P. Performance evaluation of the Sysmex XE-2100 hematology analyzer. *Laboratory Hematology* 2000;6:83-92.
12. Lee YK, Kang HJ, Kim YM, Won CY, Cho HC. Evaluation of the ABX Pentra DX 120 for the detection of immature cells in peripheral blood. *J Lab Med Qual Assur* 2008;30:249-58.