

• 论 著 •

有核红细胞计数在不同全自动血细胞分析仪中的应用及评价

孟 欣,王苗苗,王 刚,王晓琴,张 宁[△]

(西安交通大学第一附属医院检验科,陕西西安 710061)

摘 要:目的 探讨 Sysmex XN-9000 和 Mindray BC-6800 Plus 全自动血细胞分析仪对有核红细胞(NRBC)的检测性能。方法 收集该院门诊、住院患者血液标本共计 13 156 份,经推片镜检,确认 208 份标本 NRBC 阳性,计算 Sysmex XN-9000 和 Mindray BC-6800 Plus 全自动血细胞分析仪检测 NRBC 的灵敏度、特异度、阳性预测值和阴性预测值。两种仪器与推片镜检 NRBC 结果相关性和一致性比较分析,比较不同水平 NRBC 两种仪器 WBC 仪器校正、人工校正及 NRBC 各参数结果差异,以及各仪器法与推片镜检 NRBC 结果差异时 WBC 仪器校正、人工校正及 NRBC 各参数差异。结果 Sysmex XN-9000 全自动血细胞分析仪 NRBC 计数的灵敏度、特异度、阳性预测值和阴性预测值分别为 93.75%、99.70%、83.33%、99.90%,Mindray BC-6800 Plus 全自动血细胞分析仪 NRBC 计数的灵敏度、特异度、阳性预测值和阴性预测值分别为 79.81%、99.92%、93.79%、99.68%。Sysmex XN-9000 与推片镜检 NRBC 结果呈正相关($r=0.966, P<0.05$)。Mindray BC-6800 Plus 与推片镜检 NRBC 结果呈正相关($r=0.963, P<0.05$)。两种仪器的 Bland-Altman 偏移散点图均显示,随着 NRBC 均值的增大,散点的分布呈现分散状态。当镜检 NRBC $<10\%$,WBC、WBC 仪器校正结果、NRBC 人工计数结果及仪器间计数结果在两个系统中差异均无统计学意义($P>0.05$)。当镜检 NRBC $>10\%$,WBC、WBC 人工计数结果及仪器间计数结果在两个系统中差异无统计学意义($P>0.05$),而 WBC 人工校正结果、仪器 NRBC 计数差异均有统计学意义($P<0.01$)。Sysmex XN-9000 全自动血细胞分析仪 NRBC 镜检小于仪器结果与镜检大于仪器结果比较,WBC、WBC 仪器校正结果、WBC 人工校正结果、NRBC 计数差异均有统计学意义($P<0.05$)。Mindray BC-6800 Plus 全自动血细胞分析仪 NRBC 镜检小于仪器结果与镜检大于仪器结果比较,WBC、WBC 仪器校正结果差异有统计学意义($P<0.05$),而 WBC 人工校正结果、NRBC 计数差异无统计学意义($P>0.05$)。结论 当外周血 NRBC 数量增高时,需要通过人工镜检计数提高 NRBC 识别能力确保结果的准确性,同时需对 WBC 数量进行人工校正。

关键词:有核红细胞; 血细胞分析仪; 镜检; 敏感性与特异性

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2020.19.023

中图法分类号:R446.1

文章编号:1673-4130(2020)19-2392-05

文献标识码:A

Application and evaluation of nucleated red blood cell count in different automatic hematology analyzers

MENG Xin, WANG Miaomiao, WANG Gang, WANG Xiaoqin, ZHANG Ning[△]

(Department of Clinical Laboratory, the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi 710061, China)

Abstract: **Objective** To investigate the detection performance of nuclear red cells (NRBC) in Sysmex XN-9000 and Mindray BC-6800 Plus automatic hematology analyzers. **Methods** A total of 13 156 blood samples were collected from outpatient and inpatient patients in our hospital, in which 208 cases were confirmed to be NRBC positive by microscopy. The sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value of NRBC were calculated by two hematology analyzers. The NRBC results correlation and consistency between analyzers and microscopy, as well as the differences in WBC automatic correction, manual correction and NRBC at different levels between the analyzers and microscopy. **Results** The sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value of NRBC by Sysmex XN-9000 were 93.75%, 99.70%, 83.33% and 99.90%, and the sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value of NRBC by Mindray BC-6800 Plus were 79.81%, 99.92%, 93.79% and 99.68%, respectively. Sysmex XN-9000 was positively correlated with the NRBC result of microscopy ($r=0.966, P<0.05$), and Mindray BC-6800 Plus was positively correlated with the NRBC result of microscopy ($r=0.963, P<0.05$). Bland-Altman plots show that the distribution of the scatter appears to be dispersed with the increase of the mean value of NRBC. When

作者简介:孟欣,女,主管技师,主要从事血液形态学检验方向研究。 [△] 通信作者, E-mail:237474800@qq.com。

本文引用格式:孟欣,王苗苗,王刚,等.有核红细胞计数在不同全自动血细胞分析仪中的应用及评价[J].国际检验医学杂志,2020,41(19):

microscopy of NRBC $<10\%$, there were no statistically significant differences in WBC, WBC automatic correction, NRBC manual correction and inter-instrument counting results between the two systems ($P>0.05$). When microscopy of NRBC $>10\%$, there were no statistically significant difference in WBC, WBC manual counting results and inter-instrument counting results between the two systems ($P>0.05$), while there were statistically significant differences between WBC manual correction results and NRBC automatic correction ($P<0.01$). The differences in NRBC, WBC automatic correction and WBC manual correction were statistically significant between NRBC "microscopy less than automatic correction" and "microscopy more than automatic correction" in Sysmex XN-9000 ($P<0.05$). Mindray BC-6800 Plus results show that the differences in WBC and WBC automatic correction were statistically significant between NRBC "microscopy less than automatic correction" and "microscopy more than automatic correction" ($P<0.05$), while there was no statistically significant difference in NRBC count between WBC manual correction results ($P>0.05$). **Conclusion** When NRBC increases in peripheral blood, the consistency between the microscopy and automatic correction is poor, so it is necessary to improve the recognition ability of NRBC to ensure the accuracy and reliability.

Key words: nucleated red blood cell; hematology analyzer; microscopy; sensitivity and specificity

有核红细胞(NRBC)是由于骨髓中未完全成熟红细胞因为各种原因而出现在外周血液中。新生儿外周血中可检测到数量不等的 NRBC, 随着年龄的增长在外周血中迅速消失^[1]。健康成人外周血中一般无 NRBC, 若出现则提示一种病理状态, 例如血液系统恶性肿瘤、机体缺氧、急性大量失血、增生性贫血、骨髓损伤、骨髓纤维化、感染等^[2-3]。因此, 外周血中 NRBC 准确识别并精确计数对疾病判断有重要的意义。但是, 由于 NRBC 含有细胞核, 与淋巴细胞形态学特点相似, 经典库尔特原理血细胞分析仪计数会将有核红细胞计入白细胞造成白细胞计数(WBC)假性升高。新一代自动化血细胞分析仪通过 WNR 或 WNB 等通道, 利用荧光染色流式细胞原理对细胞核进行精确辨别, 不需要额外试剂和附加成本, 从而准确识别和计数 NRBC, 对疾病诊断和鉴别诊断具有重要的临床价值; 同时, 其可以对 WBC 进行自动校正, 避免 NRBC 干扰导致 WBC 和白细胞分类异常。不同品牌、型号的血细胞分析仪对 NRBC 的识别和校正能力是否有差异, 以及在何种条件下需要通过人工复检血涂片对 NRBC 精准识别和计数是需要关注的问题。在临床实践中发现, 不同品牌相关型号的血细胞分析仪 NRBC 计数有差异, 同时与人工显微镜推片镜检也有不同程度的偏差。本研究对本院使用的两种系统血细胞分析仪 NRBC 计数进行评价并验证, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集本院门诊、住院患者血液标本共计 13 156 份, 采用乙二胺四乙酸二钾(EDTA-K₂)抗凝全血, 并进行分析和推片。13 156 例患者中, 男 7 175 例, 女 5 981 例, 年龄(42.22 $\pm$ 20.20)岁。标本采集后 4 h 内完成仪器检测分析, 其中 208 例患者标本经推片镜检后确认 NRBC 阳性。

1.2 方法 采用 Sysmex XN-9000 全自动血细胞分析仪(简称 XN-9000)和 Mindray BC-6800 Plus 全自动血细胞分析仪(简称 BC-6800 Plus)及配套校准品、质控品和试剂。严格按照科室标准操作程序(SOP)

规定进行仪器校准, 并进行精密度、携带污染率及线性等性能验证。Sysmex SP-10 全自动推片染片机使用 BASO 瑞氏染液, 推片镜检采用奥林巴斯 CX-21 光学显微镜。NRBC 分别使用以下 2 种计数方法。(1) 仪器法: XN-9000 和 BC-6800 Plus 均按科室 SOP 操作, 严格执行每日室内质控并确保结果在控。XN-9000 和 BC-6800 Plus 模式选择: CBC + DIFF 模式, 仪器自动计数 NRBC/100WBC, 计算 NRBC#, 并报告校正后 WBC。(2) 显微镜计数法: 所有收集的标本均使用 Sysmex SP-10 全自动推片染片机推片染色完成后, 由 2 名形态学检验经验丰富的检验人员使用显微镜计数瑞氏染色血片中 200 个白细胞时所见到的 NRBC 数量, 换算成 NRBC 占有核细胞的百分比(即 NRBC%)作为 NRBC 计数参考方法(白细胞数量少时可计数 ≤ 100 WBC)。(3) WBC 校正: 根据推片显微镜计数的 NRBC%, 校正两个仪器的 WBC。统计两个仪器检测的 NRBC/100WBC、NRBC#、人工换算后的仪器 NRBC%, 以及 WBC 校正前、后的总数。根据 NRBC 推片镜检结果高、中、低将其分为 3 组, 观察随着 NRBC 结果的变化, XN-9000 和 BC-6800 Plus 全自动血细胞分析仪 WBC 仪器校正、人工校正及 NRBC 结果的差异。

1.3 统计学处理 应用 SPSS18.0 统计软件进行数据处理, 符合正态分布的计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 两个独立样本均数比较采用 t 检验; 变量间相关性用 Pearson 相关分析; 不同方法学结果一致性评价用 Bland-Altman 偏移散点图, 采用双侧检验进行统计学推断。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两种血细胞分析仪检测 NRBC 的灵敏度、特异度、阳性预测值和阴性预测值 以推片显微镜镜检计数法为 NRBC 检测“金标准”, XN-9000 全自动血细胞分析仪 NRBC 计数的灵敏度、特异度、阳性预测值和阴性预测值分别为 93.75%、99.70%、83.33%、99.90%(表 1), BC-6800 Plus 全自动血细胞分析仪

NRBC 计数的灵敏度、特异度、阳性预测值和阴性预测值分别为 79.81%、99.92%、93.79%、99.68% (表 2)。

表 1 XN-9000 检测 NRBC 结果 (n)

XN-9000	镜检		合计
	阳性	阴性	
阳性	195	39	234
阴性	13	12 909	12 922
合计	208	12 948	13 156

表 2 BC-6800 Plus 检测 NRBC 结果 (n)

BC-6800Plus	镜检		合计
	阳性	阴性	
阳性	166	11	177
阴性	42	12 937	12 979
合计	208	12 948	13 156

2.2 XN-9000 检测与推片镜检 NRBC 计数结果的相关性和一致性比较 以推片镜检计数 NRBC 阳性的 208 份标本分析 XN-9000 与推片镜检 NRBC 结果相关性,结果显示呈正相关,XN-9000 检测值(Y)对推片镜检(X) NRBC 的直线回归方程为 $Y=0.659X+0.408$, $r=0.966$, $P<0.05$,见图 1。Bland-Altman 偏移散点图分析显示,XN-9000 和推片镜检 NRBC 结果一致性界限 95%CI 为 $-6.94\sim9.69$,偏差为 1.36,偏差 SD 为 4.24,3.37% (7/208) 的点在一致性界限 95%CI 之外。随着 NRBC 均值的增大,散点的分布呈现分散状态,说明两种方法当 NRBC 结果较大时差异较大,见图 2。

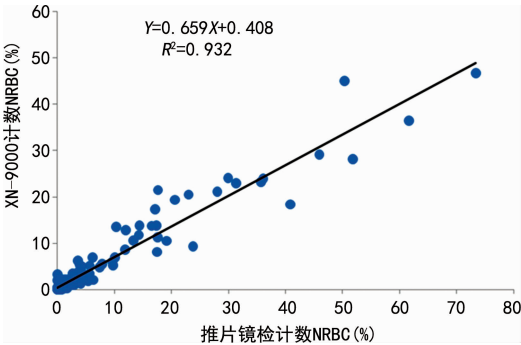


图 1 XN-9000 与推片镜检计数 NRBC 相关性

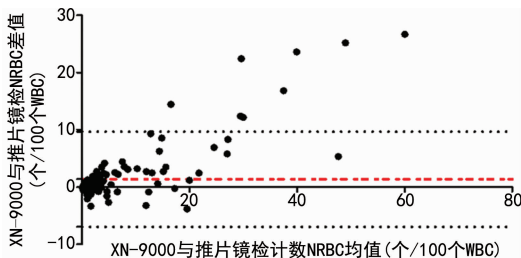


图 2 XN-9000 与推片镜检计数 NRBC Bland-Altman 偏移散点图

2.3 BC-6800 Plus 与推片镜检计数 NRBC 结果相关性和一致性比较分析 以推片镜检计数 NRBC 阳性的 208 份标本分析 BC-6800 Plus 与推片镜检 NRBC 结果相关性,结果显示呈正相关,BC-6800 Plus 检测值(Y)对推片镜检(X) NRBC 的直线回归方程为 $Y=0.711X+0.301$, $r=0.963$, $P<0.05$,见图 3。Bland-Altman 偏移散点图分析显示,BC-6800 Plus 和推片镜检 NRBC 结果一致性界限 95%CI 为 $-6.40\sim8.81$,偏差为 1.21,偏差 SD 为 3.88。随着 NRBC 均值的增大,散点的分布呈现分散状态,说明当 NRBC 较大时两种方法检测结果差异较大,见图 4。

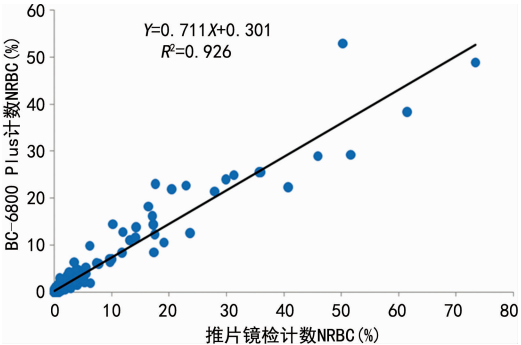


图 3 BC-6800 Plus 与推片镜检计数 NRBC 相关性

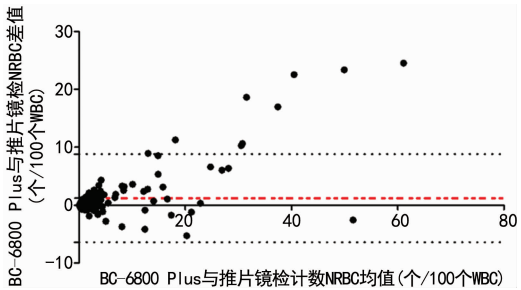


图 4 BC-6800 Plus 与推片镜检计数 NRBC Bland-Altman 偏移散点图

2.4 两种血细胞分析仪检测同一标本各参数结果比较 XN-9000 和 BC-6800 Plus 全自动血细胞分析仪根据 NRBC 计数结果对 WBC 结果进行自动校正,观察两个系统 WBC 相关结果的差异。208 份标本经两种血细胞分析仪同时检测发现,WBC 校正前、WBC 仪器校正、WBC 人工校正结果和 NRBC 结果差异无统计学意义 ($P>0.05$)。见表 3。

表 3 XN-9000 和 BC-6800 Plus 两个系统检测各参数差异比较 ($\bar{x}\pm s, \times 10^9/L$)

项目	XN-9000	BC-6800 Plus	t	P
WBC 校正前	10.95±11.85	11.29±12.25	0.274	0.784
WBC 仪器校正后	10.74±11.81	10.45±11.46	-0.242	0.809
WBC 人工校正后	10.22±11.25	10.53±11.62	0.267	0.790
NRBC #	0.50±1.45	0.55±1.61	0.318	0.751

2.5 不同水平 NRBC 标本两个系统各参数结果比较 当镜检 NRBC $<10\%$, WBC、WBC 仪器校正结

果、WBC 人工校正结果、仪器 NRBC 计数在 2 个系统中差异无统计学意义($P>0.05$)。当镜检 NRBC $>10\%$, WBC、WBC 仪器校正结果在 2 个系统中差异无统计学意义($P>0.05$), 而 WBC 人工校正结果、仪器 NRBC 计数差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 4。

2.6 NRBC 仪器法与推片镜检结果比较 根据 NRBC 推片镜检结果与仪器计数结果差值大小, 观察 WBC 校正前、仪器校正、人工校正及 NRBC 各参数结

果的差异。XN-9000 全自动血细胞分析仪 NRBC 镜检小于仪器结果与镜检大于仪器结果比较, WBC、WBC 仪器校正结果、WBC 人工校正结果、NRBC 计数差异均有统计学意义($P<0.05$)。BC-6800 Plus 全自动血细胞分析仪 NRBC 镜检小于仪器结果与镜检大于仪器结果比较, WBC 校正前、WBC 仪器校正结果差异有统计学意义($P<0.05$), 而 WBC 人工校正结果、NRBC 计数差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 5。

表 4 XN-9000 和 BC-6800 Plus 两个系统 NRBC 不同水平各参数差异比较

镜检 NRBC%	WBC 校正前		WBC 仪器校正后		WBC 人工校正后		NRBC #	
	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>t</i>	<i>P</i>
0%~<1%	-0.210	0.834	0.211	0.833	-0.210	0.834	-0.131	0.896
1%~<5%	0.116	0.908	0.110	0.913	0.116	0.908	0.307	0.759
5%~10%	0.156	0.878	0.144	0.887	0.154	0.880	0.431	0.672
>10%	-0.817	0.418	-0.366	0.716	-3.415	0.002	5.704	<0.001

表 5 XN-9000 和 BC-6800 Plus 两个系统 NRBC 仪器与推片镜检结果比较($\bar{x}\pm s, \times 10^9/L$)

参数	XN-9000				BC-6800 Plus			
	镜检小于仪器	镜检大于仪器	<i>t</i>	<i>P</i>	镜检小于仪器	镜检大于仪器	<i>t</i>	<i>P</i>
WBC 校正前	7.24±6.80	12.85±13.37	-3.884	<0.001	9.06±7.51	12.23±13.69	-2.073	0.040
WBC 仪器校正后	7.12±6.77	12.16±12.93	-3.577	<0.001	8.64±7.28	11.63±13.19	-2.024	0.044
WBC 人工校正后	7.15±6.78	11.79±12.69	-3.332	0.001	8.69±7.29	11.31±12.97	-1.441	0.151
NRBC #	0.13±0.27	0.69±1.75	-3.562	0.001	0.42±1.33	0.60±1.72	-0.710	0.479

3 讨 论

XN-9000 使用 Fluorocell WNR 试剂对白细胞、NRBC 的核酸和细胞器进行荧光染色, 根据散射光和侧向荧光强度对有核红细胞进行区分, 并可将 NRBC 计数作为血液分析常规参数进行报告^[4-5]。BC-6800 Plus 则采用荧光染色 WNB 通道来实现 NRBC 计数和 WBC^[6-7]。

由于 NRBC 在健康人群外周血中罕见, 而且常常被误认为是白细胞, 导致 WBC 偏差^[8]。根据美国临床和实验室标准协会(CLSI)的建议, 要根据质量需求进行推片镜检, 确保 NRBC 准确计数。通常情况下, 仪器以 NRBC/100WBC 结果作为其报告方式, 通过校正公式校正 WBC: 校正后的 WBC = 校正前 WBC $\times 100/(100 + \text{NRBC})$ ^[9] 并计算 NRBC 绝对计数。本研究通过对 13 156 例患者血液标本筛选, 推片镜检发现 208 份标本可见数量不等 NRBC。以推片镜检计数为 NRBC 检测“金标准”^[10], XN-9000 NRBC 计数的灵敏度、特异度、阳性预测值和阴性预测值分别为 93.75%、99.70%、83.33%、99.90%。许诚笛等^[11]研究显示, XN-9000 检测 NRBC 的灵敏度为 89.5%, 特异度为 99.6%, 与本研究接近。王也飞等^[12]的研究报道 XN-1000 血液分析仪检测 NRBC 的灵敏度为 60.0%, 特异度为 95.7%, 与本研究差异较

大, 分析原因可能是其纳入样本量过少。BC-6800 Plus NRBC 计数的灵敏度、特异度、阳性预测值和阴性预测值分别为 79.81%、99.92%、93.79%、99.68%。XN-9000 与推片镜检 NRBC 结果呈正相关($r=0.966, P<0.05$), 与朱建锋等^[13]研究结果相似。BC-6800 Plus 与推片镜检 NRBC 结果也呈正相关($r=0.963, P<0.05$)。结果提示两个检测系统均与推片镜检的结果相关性良好。

本研究中, Bland-Altman 偏移散点图分析显示, XN-9000 和推片镜检 NRBC 结果一致性界限 95%CI 为 -6.94~9.69, BC-6800 Plus 和推片镜检 NRBC 结果一致性界限 95%CI 为 -6.40~8.81, 随着 NRBC 均值的增大, 散点的分布呈现分散状态, 说明当 NRBC 数量变大以后, 仪器计数与推片镜检结果差异较大, 需要通过手工镜检对 NRBC 进行人工校正, 确保检测结果准确可靠^[14]。

推片镜检阳性的 208 份标本经 XN-9000 和 Mindray BC-6800 Plus 血细胞分析仪同时检测, WBC、WBC 仪器校正、WBC 人工校正结果和 NRBC 结果差异无统计学意义($P>0.05$), 说明两个不同系统各参数总体之间检测能力相当, 消除不同系统之间的差异对后续研究结果的影响。本研究进一步探讨了不同水平 NRBC 计数时两个检测系统的差别, 结果显示当

镜检 NRBC<10%, WBC、WBC 仪器校正结果, WBC 人工校正结果, 仪器 NRBC 计数在两个系统中差异无统计学意义($P>0.05$), 说明当 NRBC 较少时, 外周血液中的 NRBC 数量对 WBC 仪器计数影响很小。当镜检 NRBC>10%, WBC、WBC 仪器校正结果在两个系统中差异无统计学意义($P>0.05$), 而 WBC 人工校正结果、仪器 NRBC 计数差异均有统计学意义($P<0.05$), 说明当 NRBC 计数较高时, 外周血中的 NRBC 数量对 WBC 仪器计数影响较大, 需要人工推片镜检进行确认。

本研究根据 NRBC 推片镜检结果与仪器计数结果差值大小, 观察 WBC 校正前、仪器校正、人工校正及 NRBC 各参数结果的差异。结果显示, XN-9000 NRBC 镜检小于仪器结果与镜检大于仪器结果比较, WBC、WBC 仪器校正结果、WBC 人工校正结果、NRBC 计数差异均有统计学意义($P<0.05$), 说明在 WBC 和 NRBC 低值时, 仪器计数明显高于人工计数, 可能与仪器计数细胞数量多, 仪器法的灵敏度相对较高, 人工推片镜检计数细胞数量少有关。同时, 由于血涂片上 NRBC 分布区域的差异, 导致显微镜检查结果容易偏差。另外, 当外周血液中出现小淋巴细胞、固缩细胞等, 或者其他非特异的因素导致仪器出现假性升高的结果。当 WBC 和 NRBC 高值时, 人工计数明显高于仪器计数, 分析原因系增高的 NRBC 主要为晚幼红细胞和较多的中幼红细胞, 而仪器法将中幼红细胞误分类为淋巴细胞^[15]。顾梅秀等^[2]研究认为, XN-9000 镜检法普遍低于仪器法结果。而本研究结果显示, 当 NRBC 低值时镜检小于仪器结果, 当 NRBC 高值时镜检大于仪器结果。BC-6800 Plus 全自动血细胞分析仪 NRBC 镜检小于仪器结果与镜检大于仪器结果比较, WBC、WBC 仪器校正结果差异有统计学意义($P<0.05$)。BC-6800 Plus 计数 NRBC 镜检大于仪器结果高于镜检小于仪器结果, 差异无统计学意义($P>0.05$), 提示无论 NRBC 计数高低, 人工镜检与 BC-6800 Plus 识别能力相当。

4 结 论

自动化血细胞分析仪快速检测 NRBC 能校正其对白细胞计数的干扰, 同时对临床疾病的鉴别诊断有重要的指导意义, 但是当体内 NRBC 数量偏高时, 仪器的识别和自动校正与推片镜检结果一致性差, 需要通过提高 NRBC 识别能力确保结果准确、可靠。

参考文献

[1] 许娇. Sysmex XN-3000 血液分析仪检测外周血有核红细胞的临床价值评估[J]. 中国医疗器械信息, 2020, 26(7):

140-141.
[2] 顾梅秀, 孟志民, 唐文佳, 等. SYSMEX XN-9000 全自动血液分析仪有核红细胞镜检规则的建立与评价[J]. 检验医学, 2017, 32(6): 531-534.
[3] 张驰, 李琴, 张洪波, 等. CELL-DYN-Sapphire 与 XN-9000 血液分析仪有核红细胞计数准确性的比较及应用[J]. 检验医学, 2018, 33(11): 1026-1029.
[4] 李勤, 石佳, 卢兴兵, 等. XN-9000 全自动血液细胞分析仪有核红细胞计数与手工方法验证的探讨[J]. 现代检验医学杂志, 2017, 32(1): 124-127.
[5] 郑恬, 郑善奎, 胡恩亮, 等. Sysmex XE-5000 全自动血液细胞分析仪有核红细胞检测的临床应用评价[J]. 国际检验医学杂志, 2015, 36(18): 2666-2668.
[6] 赵媛, 胡恩亮, 郑恬, 等. SYSMEX XN-3000 血液分析仪检测外周血有核红细胞的应用评估[J]. 检验医学, 2015, 30(4): 356-358.
[7] 杨丽妙, 杨洪乐, 李彦会, 等. 两种全自动血液分析仪与显微镜法检测外周血有核红细胞准确性评价分析[J]. 河北北方学院学报(自然科学版), 2019, 35(4): 5-10.
[8] BUORO S, VAVASSORI M, PIPITONE S, et al. Evaluation of nucleated red blood cell count by Sysmex XE-2100 in patients with thalassaemia or sickle cell anaemia and in neonates[J]. Blood Transfus, 2015, 13(4): 588-594.
[9] 程娟, 姚如恩, 杨茜, 等. 新生儿外周血有核红细胞对白细胞计数的影响[J]. 检验医学, 2017, 32(7): 616-618.
[10] DA RIN G, VIDALI M, BALBONI F, et al. Performance evaluation of the automated nucleated red blood cell count of five commercial hematological analyzers[J]. Int J Lab Hematol, 2017, 39(6): 663-670.
[11] 许诚笛, 宋珊珊, 高谦, 等. Sysmex XN-9000 血液分析仪检测有核红细胞的临床应用评价[J]. 第二军医大学学报, 2019, 40(7): 743-748.
[12] 王也飞, 周怡, 丁磊, 等. SYSMEX XN-1000 全自动血液分析仪计数有核红细胞的准确性评价[J]. 检验医学, 2014, 29(3): 262-265.
[13] 朱建锋, 张莉, 王蓓丽, 等. 血细胞分析仪对外周血有核红细胞计数性能的评价[J]. 检验医学与临床, 2014, 11(13): 1764-1766.
[14] ZHU W G, PAN F G, ZHANG Z H, et al. Evaluation of the acceptable measurement range of nucleated red blood cell on Beckman Coulter UniCel DxH 800 analyser[J/OL]. Int J Lab Hematol, 2018, (2018-05-05) [2020-03-11]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29729089/>.
[15] TANTANATE C, KLINBUA C. Performance evaluation of the automated nucleated red blood cell enumeration on Sysmex XN analyser[J]. Int J Lab Hematol, 2015, 37(3): 341-345.

(收稿日期: 2020-03-14 修回日期: 2020-06-08)