

• 论 著 •

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

郑 恬, 郑善奎, 胡恩亮, 程 翔

(第四军医大学西京医院检验科, 陕西西安 710032)

摘要:目的 评价 XE-5000 全自动血液细胞分析仪检测外周血有核红细胞(NRBC)的主要性能特点,并探讨其临床应用价值。方法 对 XE-5000 全自动血液细胞分析仪的主要性能进行检测,并选取 137 份经分析仪 DIFF 通道检测提示 NRBC 阳性的患者血液标本,采用分析仪 NRBC 通道检测 NRBC 计数和百分比,采用显微镜分类检测 NRBC 百分比,采用 SPSS18.0 统计软件进行统计分析。结果 高、中和低值标本的 NRBC 计数及 NRBC 百分比的批内精密度分别为 2.10%、3.26%、11.62%和 3.79%、5.80%、13.33%,携带污染率 NRBC 计数为 0.51%,NRBC 百分比为 0.26%,在 $(0\sim 18)\times 10^9/L$ 范围内 XE-5000 全自动血液细胞分析仪对 NRBC 的检测结果呈良好的线性: $Y=1.0486X+0.1896(r=0.9991)$ 。XE-5000 全自动血液细胞分析仪与显微镜分类计数法的 NRBC 百分比检测结果比较差异无统计学意义($P=0.716$),呈良好的相关性: $Y=1.1502X+0.6261(r=0.9670)$ 。结论 XE-5000 全自动血液细胞分析仪可替代传统的显微镜分类计数方法应用于临床。

关键词:血液细胞分析仪; 有核红细胞; 性能; 外周血

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2015.18.021

文献标识码:A

文章编号:1673-4130(2015)18-2666-04

Clinical application and evaluation of Sysmex XE-5000 automated blood cell analyser for detecting nucleated red blood cells

Zheng Tian, Zheng Shanluan, Hu Enliang, Cheng Xiang

(Department of Clinical Laboratory, Xijing Hospital of the Fourth Military Medical University, Xi'an, Shaanxi 710032, China)

Abstract: **Objective** To evaluate the performance of XE-5000 automated blood cell analyser for detecting nucleated red blood cell (NRBC) in peripheral blood and investigate its clinical application value. **Methods** The intra-assay imprecision, carryover rate, and linear range of the analyser were evaluated. The absolute NRBC count and percentage of NRBC of 137 blood specimens (NRBC-positive according to the DIFF channel of the analyser) were determined in the NRBC channel of the analyser, and the percentage of NRBC of these blood specimens were determined by using microscope method as well. Differences between the two methods were analysed by using SPSS18.0 statistic software. **Results** The intra-assay imprecision of the analyser for detecting absolute NRBC count in specimens with high, moderate, and low Q-flag values were 2.10%, 3.26% and 11.62%, respectively, and the imprecision for detecting percentage of NRBC were 3.79%, 5.80% and 13.33%, respectively. The carryover rates of the analyser for detecting absolute NRBC count and percentage of NRBC were 0.51% and 0.26%, respectively. At the range of $(0\sim 18)\times 10^9/L$, the absolute NRBC count detected by using the analyser showed good linearity: $Y=1.0486X+0.1896(r=0.9991)$. There were no statistically significant differences between the analyser and microscope for detecting percentage of NRBC ($P=0.716$), and showed good correlation: $Y=1.1502X+0.6261(r=0.9670)$. **Conclusion** The XE-5000 automated blood cell analyser could completely replace the traditional microscope for clinically classifying and counting NRBCs.

Key words: blood cell analyzer; nucleated red blood cell; performance; peripheral blood

外周血中有核红细胞(NRBC)是由于某些原因,如病理状态下的溶血性贫血、急性大量失血、严重的组织缺氧、急慢性白血病、恶性肿瘤、骨髓纤维化症等导致骨髓及髓外红系细胞代偿性极度活跃增生,超出细胞自身衰亡程度而释放入外周血中,常可见晚幼红细胞及中幼红细胞或更幼稚的红细胞。健康成年人外周血液中无 NRBC,但在新生儿或幼儿血液中可见^[1],尤其是脐带血 NRBC 检测可作为急、慢性胎儿窒息及新生儿酸血症的标志物^[2-3]。成年人外周血中一旦出现 NRBC,则多为疾病所致,外伤患者外周血 NRBC 的明显改变提示患者处于高风险期,往往预后不良,与重症监护患者的病死率明显相关^[4-5]。因此,准确检测外周血液中的 NRBC 数量具有重要临床意义^[6-8]。然而显微镜油镜分类计数是目前检查 NRBC 的"金标准"^[9],但由于计数细胞相对较少,而且其计数的准确度和精密度受技术人员的主观因素影响大,检查步骤繁琐、耗

时,不能快速地为临床提供准确的实验室数据。因此,研究人员致力于寻求一种简便的检测方法以替代现有的传统技术^[10-12]。Sysmex XE-5000 全自动血液细胞分析仪的成功研制不仅在体液细胞检测^[13-14],同时在 NRBC 检测方面为临床检验提供了一种新的思路。本研究对 XE-5000 全自动血液细胞分析仪自动检测 NRBC 的精密度、携带污染率、线性范围等性能进行全面评价,并与经典的显微镜方法进行比较,探讨其临床应用价值。

1 材料与方法

1.1 标本来源 第四军医大学西京医院门诊及住院患者 137 例,经 XE-5000 全自动血液细胞分析仪的全血细胞计数(CBC) + 白细胞(WBC)分类 DIFF 通道检测提示 NRBC 阳性(Q-flag 值大于或等于 100)的乙二胺四乙酸二钾(EDTA-K₂)抗凝静脉血液标本。

1.2 仪器与试剂 XE-5000 全自动血液细胞分析仪及其配套试剂(日本 Sysmex 公司);采血针及 EDTA-K₂ 血液抗凝真空管(广州阳普公司);双目光学显微镜 CX-21(日本 Olympus 公司);瑞氏染液 I、II(台湾贝索公司)。

1.3 方法

1.3.1 仪器检测 严格进行室内质量控制监测,在质控不发生失控的前提下,按 XE-5000 全自动血液细胞分析仪的标准操作规程检测标本,且在血液采集后 4 h 内检测完毕。NRBC 计数和 NRBC 百分比采用 CBC+DIFF+NRBC 模式(NRBC 通道)检测,并自动从 WBC 计数中减去 NRBC 的数量,得到真实的 WBC 计数。

1.3.2 显微镜观察 血涂片的制备、染色及烘干全过程均由日本 Sysmex 公司生产的 SP-1000i 推片机根据血液标本的红细胞比积调整推片角度自动完成。血涂片呈舌形状,细胞分布均匀,明显分头、体、尾 3 个部分,符合质量要求,每份标本各制作 2 张。血涂片显微镜观察分别由两名有丰富经验的技术人员采用双盲法在油镜下对同一标本分类计数 200 个 WBC 中的 NRBC 数量,计算为每 100 个 WBC 所见 NRBC 个数,即为 NRBC 百分比,结果取平均值。

1.3.3 仪器性能试验 (1)批内精密度的(重现性)^[15]:挑取高、中、低值的患者血液标本各 1 份,在仪器上分别检测 11 次,并在 30 min 内完成,记录 NRBC 计数和 NRBC 百分比,弃去第 1 次的检测数据,分别计算高、中、低值的变异系数(CV)以评价仪器的批内精密密度。(2)携带污染率^[16]:取 1 份患者血液标本,对仪器进行多次检测,待测定值达到稳定后,取 1 份高值标本连续测定 3 次(H1、H2、H3),随后立即取 1 份低值标本连续测定 3 次(L1、L2、L3),按公式计算:携带污染率(%)=(L1-L3)/(H3-L3)×100%。(3)线性范围^[17]:取高值标本 1 份采用仪器稀释液以 20%为梯度做倍比稀释成 6 个浓度,其血液与稀释液比例分别为 0:5、1:4、2:3、3:2、4:1 和 5:0,分别在仪器上检测,每个浓度标本平行检测 2 次,取其均值与相应的理论值比较,并进行线性分析,计算 Y=aX+b,要求 a 值在 1.00±0.05 范围内,r≥0.975。

1.3.4 仪器与显微镜分类计数结果相关性 仪器检测和显微镜分类计数只要检出 NRBC 均视为阳性,反之为阴性。以显微镜分类计数为金标准,仪器检测及显微镜观察均阳性者为真阳性,两者均阴性者为真阴性,仪器检测阳性而显微观察阴性者为假阳性,仪器检测阴性而显微镜观察阳性者为假阴性,计算真阳性率、真阴性率、假阳性率及假阴性率。比较分析两种方法均阳性标本的 NRBC 百分比的相关性,并对检测结果进行配对分析,

1.4 统计学处理 采用 SPSS18.0 统计软件进行数据处理与统计分析,血液细胞分析仪与显微镜分类计数结果行配对 t 检验,相关性分析采用 Person 相关性分析,P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 仪器批内精密密度 仪器的高、中、低值标本 NRBC 计数和 NRBC 百分比的批内精密密度见表 1。

2.2 仪器携带污染率 仪器检测 NRBC 计数及 NRBC 百分比的携带污染率分别为 0.51%、0.26%。高值与低值标本检测结果见表 2(见《国际检验医学杂志》网站主页“论文附件”)。

2.3 仪器检测线性范围 选取 1 份 NRBC 计数为 18.22×10⁹/L 的高值患者血液标本,采用仪器配套稀释液稀释成 0%、20%、40%、60%、80%和 100%共 6 个浓度的标本,分别在仪

器上检测,每个浓度标本平行测定 2 次,取其均值与相应的理论值做线性分析,线性回归方程为 Y=1.048 6X+0.189 6(r=0.999 1)。NRBC 计数的线性回归曲线见图 1。

表 1 XE-5000 全自动血液细胞分析仪批内精密度(n=10)

标本类型	NRBC 计数		NRBC 百分比	
	平均值(×10 ⁹ /L)	CV(%)	平均值(%)	CV(%)
高值	18.18	2.10	78.83	3.79
中值	6.66	3.26	2.30	5.80
低值	0.51	11.62	0.50	13.33

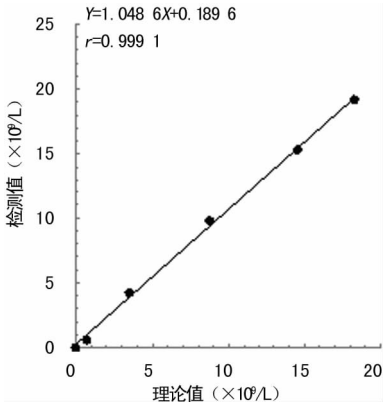


图 1 XE-5000 全自动血液细胞分析仪 NRBC 计数线性回归曲线

2.4 仪器与显微镜分类计数结果相关性 对 137 例患者的血液标本进行检测,真阳性率为 95.4%(63/66),真阴性率为 83.1%(59/71),假阳性率为 16.9%(12/71),假阴性率为 4.5%(3/66),见表 3。分析两种方法均为阳性的 63 份标本的 NRBC 百分比的相关性,Y=1.150 2X+0.626 1(r=0.967 0),呈良好的线性关系,见图 2。同时对仪器和显微镜测得的 NRBC 百分比进行配对 t 检验,差异无统计学意义(P=0.716)。

表 3 仪器检测与显微镜计数阳性与阴性结果(n)

仪器检测	显微镜检查		合计
	阳性	阴性	
阳性	63	12	75
阴性	3	59	62
合计	66	71	137

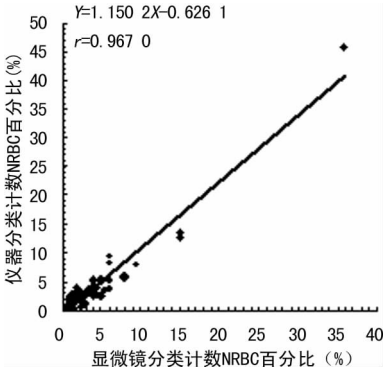


图 2 两种方法分类计数 NRBC 百分比的相关性

3 讨 论

血液细胞分析仪 XE-5000 是日本 Sysmex 公司近年来研

制成功的最新一代 5 分类血液细胞分析仪器^[18]。该仪器具有两种 NRBC 检测模式,其中一种是 CBC+DIFF 模式,即通过 DIFF 通道的血液细胞分类同时,对标本中是否存在 NRBC 进行报警提示,实现筛查功能;另一种是 CBC+DIFF+NRBC 模式,即通过 NRBC 专用检测通道,对标本中 NRBC 进行定量计数。本研究就 XE-5000 全自动血液细胞分析仪在外周血 NRBC 定量计数的准确性及其在临床应用中的可行性进行探讨。

3.1 DIFF 检测通道 XE-5000 全自动血液细胞分析仪的细胞分类原理为半导体激光流式细胞原理结合核酸荧光染色技术^[19],当细胞经过激光时,在激光照射下产生侧向散射光(SSC)和侧向荧光(SFL)信号,SSC 反映细胞内容物(如核和颗粒),SFL 反映细胞内 DNA 和 RNA 的含量,仪器依据每个细胞所产生的 SSC 和 SFL 两种特性绘成二维平面散点图来分辨细胞,同时经电脑程序对 NRBC 的参数特征与其他有核细胞信息的解读与综合分析,计算得到 NRBC 的 Q-flag 值,当 Q-flag 值超出阈值(出厂设置值为 100),即给出"NRBC?"异常报警信息,提示 NRBC 的存在^[20-21]。但由于外周血中的幼红细胞多为晚幼红细胞,形态为圆形,核呈圆形,核染色质致密,胞浆中无颗粒,与外周血中小淋巴细胞极为相似,其在 DIFF 散点图中的位置可呈交叉重叠状态,易将小淋巴细胞归类于 NRBC 中,导致 NRBC 假性增高。在本研究 137 份提示阳性的标本中,仅 66 份经显微镜分类计数可见 NRBC,阳性率仅为 48.18%(66/137)。为提高仪器报警的阳性率,应重新设置仪器的 Q-flag 值,这尚待进一步通过实验研究予以确定。

3.2 NRBC 检测通道 血液细胞分析仪 XE-5000 除在 DIFF 通道能高灵敏提示有无 NRBC 存在外,还采用随机进样方式和独立的 NRBC 检测通道结合特殊的 RNA/DNA 荧光染色技术,通过激光对标本中 NRBC 照射所产生的 SFL 和前向散射光(FSC,反映细胞的体积大小)的信号信息进行解析而获得 NRBC 的定量计数,同时在散点图中易于分辨 NRBC 细胞群。与 DIFF 通道报警提示所不同的是,NRBC 检测通道不仅能准确地反映外周血中真实的 NRBC 数量,还可根据检测的 NRBC 数量自动修正 WBC 计数结果,提高 WBC 计数的准确度,为临床提供更客观、可靠的实验室诊断依据。

3.3 仪器检测性能评价 本研究对 XE-5000 全自动血液细胞分析仪的性能指标进行了试验,其中仪器对高、中、低值 NRBC 计数的血液标本检测的绝对计数及百分比的批内精密密度均小于 25%,仪器携带污染率小于 1%,均符合制造厂家的要求,表明该仪器的精密度高,重复检测误差低,而且可排除高值标本对低值标本检测结果的干扰,保证了检验质量。由于在临床中高 NRBC 计数的标本不易得到,本研究挑取了 1 份 NRBC 计数为 $18.22 \times 10^9/L$ 的患者标本对仪器检测线性范围进行了测定,结果仪器在 $(0 \sim 18) \times 10^9/L$ 范围内检测具有极好的线性相关性, $Y = 1.0486X + 0.1896$ ($r = 0.9991$),验证了仪器说明书中的 $(0 \sim 20) \times 10^9/L$ 的线性范围,表明该仪器检测外周血 NRBC 基本可以满足临床病例的检测要求。

3.4 仪器与显微镜结果的相关性 本研究结果显示,XE-5000 全自动血液细胞分析仪检测的真阳性率为 95.5%,两种方法计数的 NRBC 百分比呈良好的线性相关, $Y = 1.1502X + 0.6261$ ($r = 0.9670$),经配对 t 检验,差异无统计学意义 ($P = 0.716$);真阴性率为 83.1%,表明仪器检测的数据与显微镜分类计数获得的结果高度一致,可替代显微镜方法;假阳性率为

16.9%,虽然并不高且在可接受范围,但并不能真正说明为仪器检测计数假阳性,这是由于血涂片上细胞的分布特点,再者在低 NRBC 计数的标本中,显微镜分类计数 200 个细胞未见 NRBC 应属于可预见的偏差,同时可能因为分析仪的检测过程中计数的细胞多,且无检验人员的主观误差和血涂片上细胞的分布误差,其灵敏度更高所致;假阴性率即漏诊率为 4.5%,小于 5%,在临床可接受水平内^[22],至于出现的 3 份假阴性标本,目前其原因不详。

综上所述,XE-5000 全自动血液细胞分析仪操作简便、快速,检测客观,检测结果重复性好,准确度高,线性范围宽,且可在 NRBC 增高的标本中自动从 WBC 计数中减去 NRBC 数量从而修正 WBC 计数结果,完全可以替代传统的显微镜分类计数方法,应用于临床检测外周血 NRBC。

参考文献

- [1] de Keijzer MH, van der Meer W. Automated counting of nucleated red blood cells in blood samples of newborns[J]. Clin Lab Haematol, 2002, 24(6): 343-345.
- [2] Ghosh B, Mittal S, Kumar S, et al. Prediction of perinatal asphyxia with nucleated red blood cells in cord blood of newborns[J]. Int J Gynaecol Obstet, 2003, 81(3): 267-271.
- [3] Hanlon-Lundberg KM, Kirby RS. Nucleated red blood cells as a marker of acidemia in term neonates[J]. Am J Obstet Gynecol, 1999, 181(1): 196-201.
- [4] Stachon A, Kempf R, Holland-Letz T, et al. Daily monitoring of nucleated red blood cells in the blood of surgical intensive care patients[J]. Clin Chim Acta, 2006, 366(1/2): 329-335.
- [5] Stachon A, Sondermann N, Imohl M, et al. Nucleated red blood cells indicate high risk of in-hospital mortality[J]. J Lab Clin Med, 2002, 140(6): 407-412.
- [6] Urrechaga E, Borque L, Escanero JF. Potential utility of the new Sysmex XE 5000 red blood cell extended parameters in the study of disorders of iron metabolism[J]. Clin Chem Lab Med, 2009, 47(11): 1411-1416.
- [7] Stachon A, Segbers E, Holland-Letz T, et al. Nucleated red blood cells in the blood of medical intensive care patients indicate increased mortality risk: a prospective cohort study[J]. Crit Care, 2007, 11(3): R62.
- [8] Schoorl M, Gaag DVD, Schoorl M, et al. Changes in red blood cell hemoglobinization during pregnancy[J]. Ned Tijdschr Klin Chem Labgeneesk, 2010, 35: 206-208.
- [9] Clinical and Laboratory Standards Institute. H20-A2 Reference leukocyte(WBC) differential count (proportional) and evaluation of instrumental methods[S]. 2nd ed. Wayne, PA: CLSI, 2008.
- [10] Buttarello M. Quality specification in haematology: the automated blood cell count[J]. Clin Chim Acta, 2004, 346(1): 45-54.
- [11] Ruzicka K, Veitl M, Thalhammer-Scherrer R, et al. The new hematology analyzer Sysmex XE-2100: performance evaluation of a novel white blood cell differential technology[J]. Arch Pathol Lab Med, 2001, 125(3): 391-396.
- [12] Fernandez BJ. Identification and enumeration of nucleated red blood cells in peripheral blood[J]. Sysmex J Int, 2002, 12(2): 56-62.
- [13] Boer K, Deufel T, Reinhoefer M. Evaluation of the XE-5000 for the automated analysis of blood cells in cere-(下转第 2671 页)

发因素。不同的人有不同的触发因素,以及不同的临床症状,因此治疗不尽如人意。全球过敏性疾病防治的建议认为:最好的过敏性疾病治疗就是预防。寻找其过敏原可为疾病的诊断与预防提供可靠依据。

本研究通过确定抗相应过敏原 IgE 抗体,对常见的 20 种过敏原进行检测。共纳入 849 例患儿,阳性率为 56.89%,与国内相关研究报道基本一致^[3-4]。吸入性过敏原阳性 261 例,食物性过敏原阳性 76 例,前者是后者的 3.4 倍。食物性过敏原阳性率偏低往往与进食有明显的关系,并与接触时间的不同有一定的关系。尘螨组合 1(屋尘螨/粉尘螨)和屋尘为最主要的吸入性过敏原,明显高于其他吸入性过敏原,与国内其他研究报道一致^[5-7]。鸡蛋白为最主要的食物性过敏原,与国内外研究报道基本一致^[8-9]。

本研究中婴幼儿组、学龄前儿童组和学龄儿童组均表现为对吸入性过敏原尘螨组合 1 阳性率最高。而以往报道中婴幼儿组过敏原阳性率最高的是食物性过敏原^[4-5,10],与本研究结果不一致。究其原因,一方面可能与科学知识的普及,多数过敏患儿家长有意识地让孩子减少食用该类食物有关;另一方面成都地区属亚热带湿润季风气候区,气候温和,雨量充沛,日照较少,尘螨由于喜欢在潮湿、温暖的环境中生存,所以一般情况下,潮湿地区尘螨滋生明显,从而导致成都地区患儿对尘螨组合 1 过敏原的高阳性率。尽管患儿对吸入物过敏多见,但多数为室内过敏原,对室外过敏原如葎草和树组合 2 的过敏者则较少见,这可能与平时患儿接触较少有关。

此外,本研究显示 3 组患儿的过敏反应有较强的季节性,高发于夏季,并且夏季尘螨组合 1 的阳性率最高。而春季过敏反应相对较低,春、夏季过敏原阳性率比较差异有统计学意义($P<0.05$)。夏季成都地区雨水较多,气候潮湿、温暖,其周围环境和室内的尘螨极易滋生,加上大气及环境污染,空调的广泛使用,室内空气不流通等诸多因素都给尘螨的繁殖提供了必要条件。因此,过敏性疾病患儿室内应注意夏季尽量多通风,保持室内清洁、干燥,衣物勤晾晒,勿铺地毯,不养宠物。而对

确认为尘螨过敏的患者,可进行特异性脱敏治疗,以提高对尘螨的耐受力。

综上所述,过敏原检测是临床诊断的重要依据,可指导患者避免接触或消除引起过敏性疾病发作的过敏原,对采取特异性免疫治疗提供确切的过敏原种类。因此,对患者进行过敏原检测对防治过敏具有重要的指导意义。

参考文献

- [1] Fall BI, Niessner R. Detection of known allergen-specific IgE antibodies by immunological methods[J]. *Methods Mol Biol*, 2009, 509(2):107-122.
- [2] Robinson M, Smart J. Allergy testing and referral in children[J]. *Aust Fam Physician*, 2008, 37(4):210-213.
- [3] 李彦锋, 范虹, 周翼. 乐山地区普通人群常见过敏原分析[J]. *检验医学与临床*, 2012, 10(19):2491-2492.
- [4] 林建生. 350 例过敏性疾病儿童过敏原分析[J]. *检验医学与临床*, 2013, 10(4):435-437.
- [5] 皮蕾, 刘海英, 刘云锋, 等. 广州地区 1136 例过敏患儿常见过敏原分布及尘螨交叉反应分析[J]. *临床儿科杂志*, 2011, 29(1):51-54.
- [6] 黄志英, 程宝金, 万瑜, 等. 853 例过敏性疾病患儿体外过敏原检测结果分析[J]. *国际检验医学杂志*, 2012, 33(17):2087-2089.
- [7] 杨辛, 吴颖稚, 张庆五. 免疫印迹法检测过敏性疾病的实验室分析[J]. *国际检验医学杂志*, 2011, 32(1):106-107.
- [8] 王瑞琦, 张宏誉. 20 万项次过敏原特异性 IgE 检测结果[J]. *中华临床免疫和变态反应杂志*, 2012, 6(1):18-23.
- [9] NIAID-Sponsored Expert Panel, Boyce JA, Assa'ad A, et al. Guidelines for the diagnosis and management of food allergy in the United States: report of the NIAID-sponsored expert panel [J]. *J Allergy Clin Immunol*, 2010, 126(6 Suppl):S1-S8.
- [10] 赵晓明. 不同年龄反复咳嗽、喘息患儿过敏原分布特点分析[J]. *中国中西医结合儿科学*, 2012, 4(6):533-535.

(收稿日期:2015-07-18)

(上接第 2668 页)

- brospinal fluid[J]. *Clin Biochem*, 2009, 42(7/8):684-691.
- [14] Ho G, Keutgens A, Huwart A, et al. Evaluation of the Sysmex XE-5000 for automated body fluid and cerebrospinal fluid analysis [J]. *Immuno-analyse & Biologie Spécialisée*, 2012, 27(1):38.
 - [15] National committee for clinical laboratory. EP15-A User demonstration of performance for precision and accuracy: approved guideline[S]. Wayne, PA, USA: NCCLS, 2001:65.
 - [16] Tsuda I, Hino M, Takubo T, et al. First basic performance evaluation of the XE-2100 haematology analyser[J]. *J Autom Methods Manag Chem*, 1999, 21(4):127-133.
 - [17] National committee for clinical laboratory. EP6-A Evaluation of the linearity of quantitative measurement procedures: a statistical approach[S]. Wayne, PA, USA: NCCLS, 2003:45.
 - [18] Perné A, Hainfellner JA, Womastek I, et al. Performance evaluation of the Sysmex XE-5000 hematology analyzer for white blood cell analysis in cerebrospinal fluid[J]. *Arch Pathol Lab Med*, 2012, 136(2):194-198.
 - [19] Imeri F, Herklotz R, Risch L, et al. Stability of hematological ana-

- lytes depends on the hematology analyser used: a stability study with Bayer Advia 120, Beckman Coulter LH 750 and Sysmex XE 2100[J]. *Clin Chim Acta*, 2008, 397(1/2):68-71.
- [20] Bourner G, Dhaliwal J, Sumner J. Performance evaluation of the latest fully automated hematology analyzers in a large, commercial laboratory setting: a 4-way, side-by-side study[J]. *Lab Hematol*, 2005, 11(4):285-297.
 - [21] Walters J, Garrity P. Performance evaluation of the Sysmex XE-2100 hematology analyzer[J]. *Lab Hematol*, 2000, 6:83-92.
 - [22] Lippi G, Cattabiani C, Benegiamo A, et al. Evaluation of white blood cell count in peritoneal fluid with five different hemocytometers[J]. *Clin Biochem*, 2013, 46(1/2):173-176.

(收稿日期:2015-08-08)

