

低龄患儿末梢血假阳性报警因素探讨

余蓉, 赵昕楠, 武永芳

成都中医药大学, 四川 成都 611137

DOI:10.61369/MRP.2025080010

摘 要 : 目的: 旨在通过比较BC7500血细胞分析仪对低龄非血液病患儿末梢血与静脉血报警信息的差异性, 分析其影响因素。方法: 选取某三甲医院就诊的常见疾病患儿181例, 采用BC-7500血细胞分析仪检测末梢血标本81例和静脉血标本100例, 卡方检验比较末梢血与静脉血的报警差异性; 以人工镜检阳性复核仪器报警的真实性, 采用Kappa检验比较末梢血、静脉血不同报警类型的一致性, 探讨假阳性报警的影响因素。结果: (1) 末梢血总报警率显著高于静脉血, 差异有统计学意义 ($\chi^2=55.117, P=0.000$); 在不同报警类型中, 未成熟粒细胞、异型淋巴细胞、原始细胞、淋巴细胞增多末梢血显著高于静脉血, 差异有统计学意义。(2) 末梢血仪器与人工镜检分类计数白细胞结果: 未成熟粒细胞 ($t=-9.027, P=0.000$) 与单核细胞 ($t=-5.146, P=0.000$) 在仪器与人工镜检中差异有统计学意义, 其他白细胞分类计数差异无统计学意义。(3) 在未成熟粒细胞、异型淋巴细胞报警、原始细胞三类报警类型, 静脉血的仪器报警与人工镜检一致性高, 末梢血一致性差。(4) 末梢血在仪器报警与镜检阳性一致性差的因素分析: 末梢血样本中存在大量破碎细胞。结论: 未成熟粒细胞、异型淋巴细胞及原始细胞的报警类型在末梢血样本检测中存在假阳性报警风险, 其原因是末梢血样本的采集、预处理过程导致细胞形态学改变, 从而产生大量的细胞碎片, 导致仪器假阳性报警的原因。

关 键 词 : 血细胞分析仪; 人工镜检; 报警; 假阳性

Discussion on the Factors of False Positive Alarm in Peripheral Blood of Young Children

Yu Rong, Zhao Xinnan, Wu Yongfang

Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu, Sichuan 611137

Abstract : Objective: To compare the differences of peripheral blood and venous blood alarm information in young children with non-blood diseases by BC7500 hemocytometer, and analyze the influencing factors. Methods: A total of 181 children with common diseases were selected from some grade A hospitals, and 81 peripheral blood samples and 100 venous blood samples were tested by BC-7500 hemocytometer. Chi-square tests were conducted to compare the alarm differences between peripheral and venous blood samples. The authenticity of the instrument alarms was verified through manual microscopy, and Kappa tests were used to assess the consistency of different alarm types in peripheral and venous blood samples, exploring the factors influencing false positive alarms. Results: (1) The total alarm rate of peripheral blood was significantly higher than that of venous blood, and the difference was statistically significant ($\chi^2=55.117, P=0.000$); in different alarm types, immature granulocytes, atypical lymphocytes, primitive cells and lymphocyte increase in peripheral blood were significantly higher than that of venous blood, and the difference was statistically significant.(2) The results of peripheral blood cell classification and counting using instruments versus manual microscopy for white blood cells showed significant differences between immature granulocytes ($t=-9.027, P=0.000$) and monocytes ($t=-5.146, P=0.000$), while there were no statistically significant differences in the classification and counting of other white blood cells. (3) For the three types of alarms—immature granulocytes, atypical lymphocytes, and primitive cells—the instrument alarms for venous blood were highly consistent with manual microscopy, whereas the consistency was poor for peripheral blood.(4) Analysis of factors that are inconsistent between instrument alarm and positive microscopy of peripheral blood: a large number of broken cells exist in peripheral blood samples.Conclusion: Unmatured granulocytes, atypical lymphocytes and primitive cells have the risk of false positive alarm in peripheral blood sample detection. The reason is that the collection and pre-treatment process of peripheral blood samples lead to morphological changes of cells, resulting in a large number of cell fragments, which leads to false positive alarm of the instrument.

Keywords : blood cell analyzer; artificial microscopy; alarm; false positive

儿童作为特殊医疗群体，其静脉血采集常面临依从性差、技术难度高等问题。因此，操作更为便捷的末梢血成为婴幼儿及儿童等特殊群体血液采集的常用替代方案。迈瑞 BC-7500 全自动血细胞分析仪虽通过数字信号增强等技术有效降低了漏检率，但复检规则主要参考国际血液学复检专家组（International Committee for Standardization in Hematology, ICSH）推荐的41条复检^[1]，然而该复检规则对于不同的仪器、实验室，并无针对性和特异性^[2]。在日常检验工作和既往研究中均发现，结果的准确性低于静脉血标本^[3]，而且按照复检规则频繁触发报警，导致复检频率高，给检验人员带来很大的压力^[4]。按照中华医学会提出要根据实际情况减低复检率^[5]，如何降低复检率，需首先分析引起报警的原因，而当前报道主要集中于复检的条件，而对于引起报警的原因少有分析报道。基于此，本研究旨在通过对比分析常见疾病患儿末梢血与静脉血样本检测中的异常报警率，探讨末梢血假阳性报警的影响因素，为实验室建立更具针对性的末梢血复检规则、降低无效复检率提供数据支持。

一、材料与方法

（一）对象

选取2024年10月-2025年2月在本院儿科就诊行血常规检测的181例患儿，男109例，女72例，年龄1-5岁，急性上呼吸道感染77例、急性支气管炎47例，急性肠炎18例、急性扁桃体炎15例，急性咽峡炎11例，腹泻6例，疱疹性咽峡炎7例等常见疾病。其中81例行末梢血采集，100例行静脉血采集。排除标准：血液系统肿瘤、凝血功能障碍、贫血、过敏性疾病、免疫性疾病、采集不规范、严重脂血或溶血的血液标本。

（二）方法

1. 仪器与试剂

迈瑞 BC-7500全自动血细胞分析仪（规格型号：BC-7500[NR]CS）及配套试剂，光学显微镜（莱卡，型号：MF31-M），瑞氏-吉姆萨染色液（珠海贝索，批号：C240601）。

2. 标本采集与处理

样本采集由操作熟练的采血人员按照 WS/T 661-2020 标准^[6]采集。末梢血标本采血量≥100 μL，采血部位为无名指指尖血，采集于含 EDTA-K₂粉末的抗凝子弹头管，采集后的血液轻子弹头管混匀，静置10min；静脉血标本采血部位为肘正中静脉，采集于含 EDTA-K₂液体的抗凝紫头管，颠倒混匀5-8次，静置10min。

（1）仪器检测

末梢血标本选择“微量全血模式”上机检测；静脉血标本选择“全自动模式”上机检测。室内质控每日在控，测定过程仪器未出现故障。所有标本按照标准操作规程操作，根据41条复检规则，仪器结果只要符合复检要求的任何一条均为报警。

（2）人工镜检

①仪器检测完成后剩余的末梢血与静脉血标本分别由形态学技术熟练的操作者进行涂片制作。根据《全国临床检验操作规程》^[7]规定的分类标准，对末梢血与静脉血的每张血涂片分类计数100个有核细胞计算百分比，每张涂片由2人采用双盲法进行人工镜检取均值，并由具备10年以上的形态学经验丰富的检验人员进行人工镜检复核。

②镜检阳性标准：原始和幼稚细胞≥1%、早幼粒细胞和中幼

粒细胞≥1%、晚幼粒细胞>2%、异型淋巴细胞>5%任意一条判断为镜检阳性^[7]，以镜检阳性判断仪器报警真实性即真阳性报警，否则为假阳性报警。破碎细胞的判断以在涂片体部且红细胞分布均匀的位置进行判断^[7]，并进行分类计数。

3. 数据收集与整理

收集 BC-7500 全血细胞分析仪的白细胞分类参数（WBC、Neu#、Lym#、Mon#、Eos#、Bas#、IMG#、Neu%、Lym%、Mon%、Eos%、Bas%、IMG）、报警类型包括未成熟粒细胞、异型淋巴细胞、原始细胞、淋巴细胞增多、单核细胞增多、嗜中性粒细胞增多、白细胞增多及嗜酸性粒细胞增多；以及人工镜检后的有核细胞分类结果。所有数据录入 EXCEL 表，双人核查。

4. 统计学方法

SPSS 25.0 统计软件进行数据分析。报警类型采用百分比（%）进行资料描述，分类计数结果采用均值±标准差（ $\bar{x} \pm s$ ）进行资料描述；卡方检验比较静脉血与末梢血标本的报警率，t 检验进行组间比较白细胞分类计数结果，报警阳性与人工镜检的符合率采用一致性 Kappa 检验，Kappa 值≥0.75 说明二者一致性强，≥0.4 至<0.75 说明二者一致性良，<0.4 说明二者一致性差，为负值时说明二者一致性几率极低。P<0.05 表示差异有统计学意义。

二、结果

（一）仪器报警率在静脉血与末梢血的结果比较

BC-7500 全血细胞分析仪在检测静脉血与末梢血标本的报警信息中，末梢血报警率（70.1%）显著高于静脉血（29.9%），差异有统计学意义（P<0.001），见表1。

表1 静脉血与末梢血的报警信息结果比较

标本类型	仪器检测		χ^2	P
	报警	未报警		
静脉血	26	74	43.588	0.000
末梢血	61	20		

（二）末梢血与静脉血在不同报警类型的差异性比较

结果显示：末梢血在未成熟粒细胞（61.7%）、异型淋巴细胞（34.6%）、原始细胞（13.6%）的报警率显著高于静脉血，差异有

统计学意义 ($P<0.001$)；末梢血在淋巴细胞增多 (12.3%) 报警率明显高于静脉血，差异有统计学意义 ($P<0.01$)；末梢血在单核细胞增多、嗜中性粒细胞增多、白细胞增多、嗜酸性粒细胞增多的报警率与静脉血差异无统计学意义 ($P>0.05$)，见表2。

表2 末梢血与静脉血不同报警类型的报警率比较 (n,%)				
报警类型	末梢血 (n=81)	静脉血 (n=100)	χ^2	P
未成熟粒细胞	50 (61.7)	6 (6.0)	65.046	0.000
异型淋巴细胞	28 (34.6)	4 (4.0)	28.732	0.000
原始细胞	11 (13.6)	0 (0.0)	14.459	0.000
淋巴细胞增多	10 (12.3)	2 (2.0)	7.738	0.005
单核细胞增多	5 (6.2)	1 (1.0)	3.736	0.053
嗜中性粒细胞增多	3 (3.7)	4 (2.2)	0.011	0.918
白细胞增多	0 (0.0)	2 (2.0)	1.638	0.201
嗜酸性粒细胞增多	1 (1.2)	1 (1.0)	0.023	0.881

(三) 不同报警类型在仪器检测与人工镜检的一致性分析

BC-7500全血细胞分析仪在静脉血检测中未成熟粒细胞、异型淋巴细胞、淋巴细胞增多的仪器报警与人工镜检阳性的符合率一致性强；在末梢血检测中未成熟粒细胞、异型淋巴细胞、原始细胞的仪器报警数与人工镜检阳性数的符合率一致性差，在淋巴细胞增多的仪器报警数与人工镜检阳性数的符合率一致性强，见表3。

表3 静脉血与末梢血的不同报警类型在仪器与镜检阳性一致性结果

分组	报警类型	仪器报警数 (n)	人工镜检阳性数 (n)	Cohen's Kappa 系数值	一致性强度
静脉血	未成熟粒细胞	6	4	0.790	强
末梢血	未成熟粒细胞	50	0	0.000	差
静脉血	异型淋巴细胞	4	3	0.853	强
末梢血	异型淋巴细胞	28	1	0.022	差
静脉血	原始细胞	0	0	/	/
末梢血	原始细胞	11	0	0.000	差
静脉血	淋巴细胞增多	2	2	1.000	强
末梢血	淋巴细胞增多	10	10	1.000	强

(四) 末梢血样本的仪器检测与人工镜检在不同白细胞分类结果差异性比较

结果显示：中性粒细胞、淋巴细胞在仪器检测与人工镜检分类计数无统计学差异性 ($P>0.05$)，单核细胞在仪器与人工镜检分类计数中比较差异具有统计学意义 ($P<0.001$)，见表4。

表4 81例末梢血的仪器与人工镜检在白细胞分类计数的结果				
白细胞分类类型	仪器检测	人工镜检	t	P
中性粒细胞	4.97 ± 3.19	4.76 ± 3.26	0.421	0.674
淋巴细胞	2.80 ± 1.68	2.57 ± 1.54	0.877	0.382
单核细胞	0.66 ± 0.32	0.42 ± 0.31	4.789	0.000

(五) 末梢血在仪器报警与镜检阳性的符合率一致性差的影响因素分析

通过人工镜检发现在末梢血标本中存在大量的破碎细胞，见图1。通过t检验比较不同报警类型的66例与未报警的15例末梢血样本，结果显示破碎细胞计数在两组间的差异具有统计学意义 ($t=4.154, P>0.001$)，有报警类型的末梢血标本的破碎细胞显著高于未报警的末梢血标本。

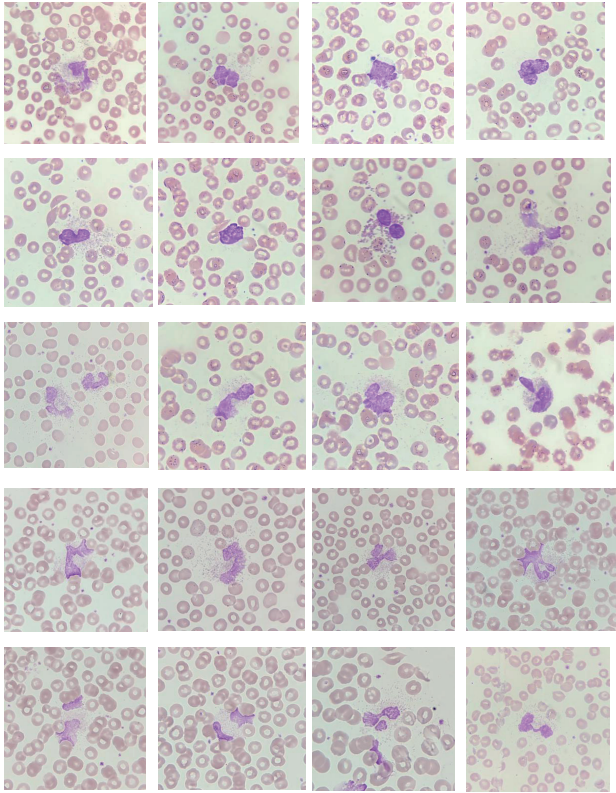


图1 末梢血样本镜检下的破碎细胞

三、讨论

(一) 末梢血与静脉血标本的报警存在明显差异性

本研究针对低龄无血液系统肿瘤、贫血、凝血障碍等普通患儿，采用BC7500血细胞分析仪对静脉血与末梢血进行检测，静脉血报警显著低于末梢血，与吴汝香^[8]的结果一致；在报警类型中，末梢血在未成熟粒细胞 (61.7%vs.6.05)、异型淋巴细胞 (34.6% vs.4.0%)、原始细胞 (13.6%vs.0.0%)、淋巴细胞增多 (12.3%vs.2.0%) 报警率明显高于静脉血，其它单核细胞增多、嗜中性粒细胞增多、白细胞增多、嗜酸性粒细胞增多的报警类型与静脉血无差异性。

(二) 末梢血与静脉血在仪器-镜检的一致性上存在差异性

静脉血表现出强的仪器-镜检的一致性 (Kappa值 ≥ 0.75)，与方镇宁^[9]、涂淑娟^[10]等对静脉血检验的结论一致；而末梢血表现出差的仪器-镜检的一致性 (Kappa值 < 0.4)，存在假阳性报警，主要存在于未成熟粒细胞、异型淋巴细胞、原始细胞增多的报警类型中，与曾文^[11]等在仪器对未成熟粒细胞分类及细胞形态学之间存在差异的结论近似，与刘子晖^[12]等在统计的血常规报警信息与镜检标准的符合率结果不一致，其原因跟标本来源、年龄分布不一致有关，本研究选用的低龄儿童末梢血标

本，而低龄儿童的末梢血容易受患儿采集时哭闹、采集过程中挤压、吸血不畅等因素的影响^[13-15]，导致末梢血中有核细胞的形态和结构发生一定程度的机械性改变。

（三）末梢血假阳性报警的因素分析

研究进一步分析引起末梢血假阳性报警的因素，通过比较不同报警类型标本与未报警的末梢血样本中的破碎细胞计数，有报警类型的末梢血标本的破碎细胞数量显著高于未报警的末梢血标本。这一发现提示有报警的末梢血样本含有大量的有核细胞碎片，该碎片因其形态、核酸含量与未成熟粒细胞、原始细胞具有

相似性，使得仪器的荧光强度和散射光强度不能精准地识别，使得大量的有核细胞碎片落在了报警区域，超过仪器设定的阈值，从而触发报警，因此有核细胞碎片是导致仪器假阳性报警的主要原因。

因此，在末梢血检测过程中，仪器报警信息需结合患儿的临床信息进一步判定复检规则的适用性，并通过纳入破碎细胞的计数，建立更加有效的末梢血样本的复检规则，从而降低复检率。

参考文献

- [1] BARNES P W, MCFADDEN S L, MACHIN S J, et al. The international consensus group for hematology review: suggested criteria for action following automated CBC and WBC differential analysis. *lab Hematol*. 2005.11(2):83-90.
- [2] 卢兴国, 丛玉隆. 应重视和提升传统血液形态学检验诊断水平 [J]. *中华检验医学杂志*, 2006, (06):481-482.
- [3] 方镇宁, 张岳香. 日本光电全自动血细胞分析仪 MEK-8222k 对静脉血检验与末梢血检验的结果与差异研究 [J]. *中国医疗器械信息*, 2023, 29(23): 103-105.
- [4] 王爽, 王秋波. 末梢血和静脉血在血常规检验中的应用及灵敏性分析 [J]. *中国医药指南*, 2023, 21(25):121-123+130.
- [5] 中华医学会检验分会全国血液学复检专家小组, 中华检验医学杂志编辑委员会. 全国血液学复检专家小组工作会议纪要暨血细胞全自动计数复检标准释义 [J]. *中华检验医学杂志*, 2007, 30(4):380-382
- [6] WS/T 661—2020. 静脉血液标本采集指南 [S]. 北京: 中华人民共和国国家卫生健康委员会, 2020.
- [7] 尚红, 王毓三, 申子瑜. 全国临床检验操作规程 [M]. 人民卫生出版: 2019.
- [8] 吴汝香, 林祥泉, 陈敦祥. 儿童血常规复检规则的探讨 [J]. *实验与检验临床学* 2018, 36(06):870-872.
- [9] 方镇宁, 张岳香. 日本光电全自动血细胞分析仪 MEK-8222k 对静脉血检验与末梢血检验的结果与差异研究 [J]. *中国医疗器械信息*, 2023, 29(23):103-105.
- [10] 涂淑娟. 分析末梢血常规和血液分析仪测定静脉血应用结果差异 [J]. *中国医疗器械信息*, 2023, 29(10):72-74.
- [11] 曾文, 刘艳, 麦荣嘉, 等. 婴幼儿血常规报警核左移和未成熟粒细胞的相关性研究 [J]. *国际医药卫生导报*, 2018, 24(6):927-929.
- [12] 刘子晖, 王自春, 范耀方. 全自动血细胞分析仪报警值系统对血常规复片工作的影响 [J]. *医疗装备*, 2023, 36(4):43-47.
- [13] 曾文, 刘艳, 麦荣嘉, 等. 婴幼儿血常规报警核左移和未成熟粒细胞的相关性研究 [J]. *国际医药卫生导报*, 2018, 24(6): 927-929.
- [14] 张蕴秀. 不同混匀方法对末梢血常规检测的影响 [J]. *临床和实验医学杂志*, 2012, 11(12): 982-983.
- [15] 左路广, 马科, 冯博, 等. 放置时间、温度对新生儿末梢血细胞计数的影响分析 [J]. *医疗卫生装备*, 2017, 38(10): 83-85+92.