

## 机采血小板采集失败的影响因素分析及改进措施

周雪年 聂湘辉 刘丽华

作者单位: 517000 广东河源, 河源市中心血站献血服务科

通信作者: 周雪年, Email: 464275139@qq.com

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2021.04.006

**【摘要】** 目的 分析机采血小板采集失败的影响因素,并针对原因提出改进措施。方法 回顾分析 2016 年 6 月—2021 年 6 月河源市中心血站机采血小板献血者的临床资料,选择献血失败的 22 例献血者作为研究对象,另外选择同期于该站采血成功的 100 名献血者作为对照组。检测所有献血者各项外周血红细胞平均值参数;采用 Logistic 回归方程分析机采血小板采集失败的影响因素,并针对失败因素提出解决对策。**结果** 机采血小板采集失败的 22 例献血者中,31.82%(7/22)的献血者因枸橼酸反应所致,22.73%(5/22)的献血者因血小板冲红所致,18.18%(4/22)的献血者因精神因素(过度紧张)所致,13.64%(3/22)的献血者因穿刺失败所致,9.09%(2/22)的献血者因采血工作人员操作不当所致,4.54%(1/22)的献血者由其他因素所致。经 Logistic 回归分析显示,出现枸橼酸反应[优势比(*OR*)=1.225,95%可信区间(95%*CI*)为 1.059~2.331,*P*=0.001]、冲红现象(*OR*=1.632,95%*CI*为 1.011~2.399,*P*=0.001)、耗材不合格(*OR*=1.985,95%*CI*为 1.003~2.058,*P*=0.008)均为导致机采血小板采集失败的危险因素。**结论** 机采血小板采集失败常因献血者自身因素以及工作人员不合理操作所致,因此,通过加强采集前检测及献血者筛选,同时规范工作人员操作规程,能有效避免机采血小板采集失败,提高采集成功率。

**【关键词】** 机采血小板; 采集失败; 影响因素; 改进措施

### Influence factors analysis and improvement measures for fresh apheresis platelet collection failure by machine

Zhou Xuenian, Nie Xianghui, Liu Lihua. Department of Blood Donation Service, Heyuan Central Blood Station, Heyuan 517000, Guangdong, China

Corresponding author: Zhou Xuenian, Email: 464275139@qq.com

**【Abstract】 Objective** To analyze the influence factors for the failure of fresh apheresis platelet collection by machine and put forward the corresponding improvement measures. **Methods** The clinical data of blood donors receiving the fresh apheresis platelet collection by machine from June 2016 to June 2021 in Heyuan Central Blood Station were retrospectively analyzed. The 22 failed cases of fresh apheresis platelet collection by machine were selected as research subjects, and over the same time period, 100 successful cases were selected as control group. The morphological indexes of red blood cells were measured; Logistic regression equation was used to analyze the influence factors for the failure of fresh apheresis platelet collection by machine and the corresponding solution measures were put forward. **Results** Among the 22 failure cases of fresh apheresis platelet collection by machine, 31.82% (7/22) of donors were caused by citric acid reactions, 22.73% (5/22) of them were caused by pulsed blood platelet, 18.18% (4/22) of them were caused by mental factors, 13.64% (3/22) of them were caused by puncture errors, 9.09% (2/22) of them were caused by misoperation and 4.54% (1/22) of them were caused by other reasons. Logistic regression equation analysis showed that citric acid reactions [odds ratio (*OR*) = 1.225, 95% confidence interval (95%*CI*) was 1.059–2.331, *P* = 0.001], pulsed blood platelet (*OR* = 1.632, 95%*CI* was 1.011–2.399, *P* = 0.001) and unqualified consumables (*OR* = 1.985, 95%*CI* was 1.003–2.058, *P* = 0.008) were the risk factors for failure of fresh apheresis platelet collection by machine. **Conclusions** The failure of platelet collection by machine is often caused by the blood donors' own factors and the unreasonable operation of the staff. Therefore, by strengthening the detection before collection, screening the blood donors, and standardizing the operating procedures of the staff, we can effectively avoid the failure of platelet collection by machine and improve the success rate of collection.

**【Key words】** Fresh apheresis platelet collection by machine; Collection failure; Influence factor; Improvement measure

随着医疗技术水平的不断完善和提高,以及成分输血技术在临床上不断推广与科学用血的逐步深化,临床对机采血小板的需求也逐渐增多<sup>[1]</sup>。机采血小板采集过程的顺利程度与所得血小板制品质量有密切关系,同时血小板的质量又会直接影响临床疗效。因此,本研究分析本血站导致机采血小板采集失败的影响因素,并针对影响因素提出改进措施,从而避免机采血小板采集失败,保证血小板制品的质量,减少血源浪费,降低血液报废比例和机采血小板经济成本,为献血者的安全和临床用血质量提供了有力的保障,现将结果报告如下。

### 1 资料与方法

**1.1 研究对象与一般资料** 选择 2016 年 6 月—2021 年 6 月本血站机采血小板采集失败的 22 名献血者作为研究对象,另外选择本血站同期采血成功的 100 名献血者作为参考对象,对所有献血者的资料进行回顾分析。所有献血者经体格检查均合格,且符合国家《献血者健康检查要求》<sup>[2]</sup>标准,采集前血小板计数(platelet count, PLT)均  $>150 \times 10^9/L$ ,血细胞比容(hematocrit, HCT)  $>0.35$ ,两次采集间隔时间  $\geq 14$  d,献血者在捐献前 7 d 内未服用任何可抑制血小板代谢和功能的药物。

#### 1.2 采血方法

**1.2.1 仪器与试剂** 采用 BC-3000 plus 全自动血细胞计数仪(深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司)检测献血者各项血常规指标;献血者丙氨酸转氨酶(alanine aminotransferase, ALT)采用罗氏诊断产品(上海)有限公司提供的干式生化分析仪及配套试剂进行检测;血型采用上海血液生物医药有限责任公司提供的 ABO 血型定型试剂进行测定;采用湖南湘仪仪器仪表有限公司提供的离心机以  $3\ 500\ r/min$  ( $2\ 200 \times g$ )离心 10 min 分离全血标本。MCS<sup>+</sup>(9000)血细胞分离机由唯美(上海)管理有限公司提供;抗凝剂 ACD-A 由德国费森尤斯卡比医疗用品有限公司提供。

**1.2.2 样本采集方法** 采用 MCS<sup>+</sup>血细胞分离机进行机采血小板操作。每次采集前,在仪器面板中输入献血者的性别、身高、体质量、PLT、HCT 等参数。原始参数设定:PLT 靶值为每袋  $2.5 \times 10^{11}$  个,即单个治疗量设定的采集值。采用的抗凝剂与采血量比例为 1:11,采集速度和回输速度均为 80 mL/min。

#### 1.3 采集失败的判定标准

**1.3.1 枸橼酸反应** 献血者出现低血钙症状,如畏

寒、口唇发麻、肢体发麻和痉挛等,严重者可发生心律失常,甚至心室颤动。

**1.3.2 冲红现象** 血小板中红细胞混入量超过每袋  $8.0 \times 10^9$  个即为血小板冲红现象。

**1.3.3 精神因素** 献血者精神过度紧张,在采集过程中出现头晕、恶心、面色苍白、出汗等不适症状。

**1.3.4 穿刺失败** 在采集过程中,因为献血者活动不当,导致手臂血管渗血,造成鼓针后,无法进行第 2 次穿刺,导致采集失败。

**1.3.5 采血者操作不当** 常见于采血工作人员安装管路不正确、未严格执行操作程序、操作仪器不到位、故障处理不熟练等。

**1.3.6 其他因素** 因各种原因无法完成采集过程以及最终血小板成品不合格等。

**1.4 伦理学** 本研究符合医学伦理学标准,并经本单位伦理审批(审批号:20210719),所有检测均获得过研究对象的知情同意。

**1.5 统计学方法** 采用 SPSS 23.0 统计软件对所得数据进行分析处理。符合正态分布的计量资料以均数  $\pm$  标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间比较采用 *t* 检验;计数资料以例(百分比)表示,采用  $\chi^2$  检验。 $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。采用 Logistic 回归方程计算,以机采血小板失败为因变量,献血者相关信息为自变量,筛选导致机采血小板采集失败的影响因素。 $\alpha = 0.05$  为逐步筛选变量的标准。

## 2 结果

**2.1 采集失败组和采集成功组献血者的一般资料比较** 两组性别分布比较差异有统计学意义,且采集失败组献血者的年龄和体质量指数(body mass index, BMI)均明显高于采集成功组(均  $P < 0.05$ )。见表 1。

表 1 是否采集失败两组献血者的一般资料比较

组别	例数 (例)	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	BMI ( $kg/m^2, \bar{x} \pm s$ )
		男性	女性		
采集失败组	22	15	7	$68.25 \pm 5.81$	$23.61 \pm 0.55$
采集成功组	100	46	54	$56.43 \pm 5.28$	$20.04 \pm 0.47$
$\chi^2$ 值		7.680		28.675	37.675
<i>P</i> 值		0.006		0.001	0.001

注: BMI 为体质量指数

**2.2 采集失败组和采集成功组献血者生化指标比较** 采集失败组的空腹血糖(fasting blood glucose, FBG)、总胆固醇(total cholesterol, TC)、低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)

水平明显高于采集成功组,高密度脂蛋白胆固醇(high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C)水平明显低于采集成功组,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。见表 2。

表 2 是否采集失败两组献血者的血液生化指标比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数 (例)	FBG (mmol/L)	TC (mmol/L)	LDL-C (mmol/L)	HDL-C (mmol/L)
采集失败组	22	6.58 ± 0.38	5.33 ± 1.05	2.89 ± 0.54	1.56 ± 0.33
采集成功组	100	6.41 ± 0.29	4.86 ± 1.01	2.61 ± 0.47	1.68 ± 0.25
<i>t</i> 值		2.844	2.352	2.964	2.325
<i>P</i> 值		0.005	0.020	0.003	0.021

注:FBG 为空腹血糖,TC 为总胆固醇,LDL-C 为低密度脂蛋白胆固醇,HDL-C 为高密度脂蛋白胆固醇

**2.3 采集失败组和采集成功组献血者的相关信息及失败原因比较** 机采血小板采集失败的 22 名献血者中,31.82% 的献血者因枸橼酸反应导致,22.73% 的献血者因血小板冲红导致,18.18% 的献血者因精神因素导致,13.64% 的献血者因穿刺失败导致,9.09% 的献血者因采血工作人员操作不当导致,4.54% 的献血者由其他因素所致。见表 3。

表 3 采集失败组和采集成功组相关信息及失败原因比较

相关信息及失败原因	采集失败组 ( <i>n</i> =22)	采集成功组 ( <i>n</i> =100)	$\chi^2$ 值	<i>P</i> 值
枸橼酸反应[例(%)]			34.111	0.001
是	7(31.82)	1( 1.00)		
否	15(68.18)	99( 99.00)		
冲红现象[例(%)]			25.084	0.001
是	5(22.73)	5( 5.00)		
否	17(77.27)	95( 95.00)		
精神因素[例(%)]			3.351	0.001
过度紧张	4(18.18)	10( 10.00)		
正常	18(81.82)	90( 90.00)		
穿刺操作[例(%)]			5.987	0.001
成功	19(86.36)	0( 0.00)		
失败	3(13.64)	100(100.00)		
操作不当[例(%)]			6.872	0.001
是	2( 9.09)	4( 4.00)		
否	20(90.91)	96( 96.00)		
耗材不合格[例(%)]			4.723	0.001
是	1( 4.54)	3( 3.00)		
否	21(95.46)	97( 97.00)		

**2.4 采血失败的影响因素分析** 将相关信息导入 Logistic 回归方程分析显示,出现枸橼酸反应、冲红现象、耗材不合格均是导致机采血小板采集失败的危险因素(均  $P < 0.05$ )。见表 4。

表 4 导致机采血小板采集失败的影响因素分析

影响因素	$\beta$ 值	$s_x$	$\chi^2$ 值	<i>P</i> 值	OR 值	95%CI
出现枸橼酸反应	0.243	0.235	5.635	0.001	1.225	1.059 ~ 2.331
冲红现象	0.582	0.297	8.742	0.001	1.632	1.011 ~ 2.399
精神因素	0.821	0.108	2.251	0.258	1.421	1.203 ~ 1.686
穿刺失败	0.231	0.202	3.258	0.063	1.849	1.251 ~ 2.144
操作不当	0.622	0.297	1.102	0.558	1.685	1.260 ~ 3.713
耗材不合格	0.864	0.417	6.756	0.008	1.985	1.003 ~ 2.058

注:OR 为优势比,95%CI 为 95% 可信区间

### 3 讨论

机采血小板是临床常用的机采血液成分,随着我国人口的增长、社会经济的发展、人民生活水平的提高以及医疗技术的进步,临床上对机采血小板的需求量也逐渐增加<sup>[3]</sup>。尤其在危重症患者的救治或以血小板减少为首发症状的结缔组织病和免疫性血小板减少性紫癜的实验室相关指标检测及治疗的分析研究中发挥着重要的作用<sup>[4-5]</sup>。血小板由骨髓中成熟巨核细胞的细胞质裂解产生,机体每日产生的血小板数量仅占总血小板数量的 1/10,多数衰老的血小板经脾脏清除<sup>[6]</sup>,血小板不仅具有促进止血和加速凝血的作用,还可维持毛细血管壁光滑。

本研究结果显示,31.82% 的机采血小板采集失败献血者发生枸橼酸反应,22.73% 的机采血小板采集失败献血者发生冲红现象,18.18% 的机采血小板采集失败献血者精神过度紧张,13.64% 的机采血小板采集失败献血者由穿刺失败导致,9.09% 的机采血小板采集失败献血者是由采血人员操作不当造成,4.54% 的机采血小板采集失败献血者由耗材不合格导致。由此可见,枸橼酸反应是导致机采血小板采集失败的主要原因,这可能是由于献血者采集血小板时间较长,全血循环量大,如果输入速度较快或用量较大,枸橼酸钠在体内来不及被分解代谢,可引起血液中钙离子( $Ca^{2+}$ )水平过低,出现低血钙症状和枸橼酸中毒反应(如畏寒、口唇发麻、肢体发麻痉挛等),而导致血小板采集失败<sup>[7]</sup>。

冲红现象是本研究中第 2 大影响机采血小板采集失败的因素,本研究中红细胞平均值参数结果异常导致采集失败共 5 例,均由于平均红细胞体积(mean corpuscular volume, MCV)、平均红细胞血红蛋白含量(mean corpuscular hemoglobin content, MCH)、HCT、平均红细胞血红蛋白浓度(mean corpuscular hemoglobin content, MCHC)等红细胞平均值参数低于正常参考值范围,MCV、MCH、MCHC 降低会导致在血细胞分离机密度梯度离心时,血液中幼小红细胞

胞较多,红细胞与血小板层分层不明显,分离机探测时将这些红细胞误识别为血小板,从而被收集到血袋内,造成血小板冲红而终止采集,导致采集失败<sup>[8]</sup>。因此,采集前对红细胞平均值参数的准确分析尤为重要。本血站根据红细胞平均值参数和 PLT 水平来选择合适的血小板分离机参数进行采集,能降低血小板采集失败率<sup>[9]</sup>。

献血反应是本研究中机采血小板采集失败的第 3 大影响因素,献血者在献血过程中或献血后因精神紧张、枸橼酸反应、空腹、过度疲劳、睡眠不足等均可导致出现献血反应。因此,采集前 30 min 给予献血者口服 10% 葡萄糖酸钙 10 mL,有助于避免在献血过程中出现枸橼酸反应。工作人员在采集前向献血者详细讲解献血过程及献血后的注意事项,可消除献血者的紧张和焦虑等负面情绪;同时询问献血者是否空腹或处于疲劳状态,从而减少献血者献血过程中出现不良反应<sup>[10]</sup>。

穿刺失败为本研究第 4 个影响机采血小板采集失败的因素,主要原因有:① 穿刺针头刺穿献血者血管或针头滑出血管,导致出现皮下出血性肿胀;② 献血者静脉条件较差,难以一次穿刺成功;③ 献血过程中献血者反复紧握拳头导致针头滑动、刺穿血管等,造成血管破裂出血,形成血管外出血性血肿,进而终止采集<sup>[11]</sup>。因此,针对这一影响因素,本血站从两方面着手采取措施,减少或避免穿刺失败:一方面强化采集人员的穿刺技术,定期进行培训,要求血站工作人员掌握良好的穿刺技术,从而做到快、准、稳;另一方面筛选献血者,选择静脉粗大、充盈、有弹性的献血者,使用止血带或在热敷条件下使静脉充盈;同时在采集前告知献血者献血过程中的注意事项,安排工作人员加强巡视工作,防止针头滑动造成皮下血肿。

操作不当是本研究第 5 个影响机采血小板采集失败的因素,常见原因为工作人员安装管路不正确、未严格执行操作程序、操作仪器不到位、故障处理不熟练等。其中 1 例为 995E 管路采集时离心机转动后仪器提示离心仓内漏液,立即暂停,打开离心仓后发现离心杯漏液,考虑工作人员安装离心杯时用力扭动杯颈,造成离心杯密闭性被破坏,高速离心时血液外漏。1 例为二次穿刺时仪器未暂停而直接提示终止采集,考虑与工作人员仪器操作技术不到位,对仪器故障处理不熟练有关。因此,本科室加强工作人员对血细胞分离机的操作使用和管路安装步骤

的培训,注意管路安装和操作中的关键控制点,在采集过程中发现问题应及时与仪器厂家工程师联系,掌握处理要点,并向工程师了解其他地区出现同一现象的处理方法,以便操作人员不断总结经验,强化操作技能,提升服务水平<sup>[12]</sup>。

本研究中其他导致采集失败的影响因素为耗材因素,其中耗材不合格导致的采集失败占比为 4.54%,包括采集管道扭曲、渗漏、机械故障等。因此,采集人员需对耗材进行严密检查,保证质量过关。

综上所述,机采血小板采集是否成功直接影响各地区单采献血者队伍的发展,并且安全舒适的献血环境、先进的采集设备以及操作人员丰富的经验、熟练的穿刺技术和热情周到的献血服务也是献血者是否愿意再次捐献的关键。要善于在工作中总结经验,强化采血人员操作技能的训练,减少采集失败,从而合理使用、节约献血和物质资源,做好献血者保留工作,对临床用血工作意义重大。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参考文献

- 曾宾,王忠良,张宇达,等.机采血小板中枸橼酸钠含量对献血者血清  $Ca^{2+}$  干扰的研究[J].海南医学,2021,32(13):1728-1730. DOI: 10.3969/j.issn.1003-6350.2021.13.028.
- 宋文珺,侯静,李杰.机采血小板采集失败影响因素分析及预防措施[J].实用医药杂志,2021,38(2):156-157. DOI: 10.14172/j.issn.1671-4008.2021.02.018.
- 黄卫娟.机采血小板采集失败的原因及护理对策[J/CD].实用临床护理学电子杂志,2020,5(6):189.
- 周志刚,谢云,冯铁男,等.血小板计数短期动态变化对 ICU 脓毒症患者预后的临床预测价值:一项成人的回顾性队列研究[J].中华危重病急救医学,2020,32(3):301-306. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20190909-00069.
- 曹林娟,陈沙娜,乌兰图雅,等.以血小板减少为首发症状的结缔组织病与免疫性血小板减少性紫癜的鉴别诊断[J].实用检验医师杂志,2016,8(1):41-44. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2016.01.012.
- 忻黎娜,王作艳,范丽莉.机采血小板献血不良反应的原因及分析[J/CD].临床医药文献电子杂志,2020,7(69):15.18.
- 陈黎,童佩红,林引尧.机采血小板冲红现象的原因分析及防范措施[J].临床血液学杂志,2016,29(4):331-332. DOI: 10.13201/j.issn.1004-2806-b.2016.04.026.
- 周雪年.机采血小板冲红原因研究[J].中国医药科学,2015,5(2):208-210.
- 朱晓梅.机采血小板采集失败的影响因素分析及改进措施[J].疾病监测与控制,2018,12(5):361-362,367.
- 王艳梅,朱文钦.机采血小板采集失败原因分析及改进措施[J].临床血液学杂志(输血与检验版),2015,28(6):1051-1052. DOI: 10.13201/j.issn.1004-2806-b.2015.12.013.
- 杨鑫,封彦楠,乔木,等.机采血小板 11 例采集失败原因分析[J].人民军医,2018,61(1):63-65.
- 叶兰,洪纓,胡萍.成都市血液中心单采血小板耗材报废原因的调查[J].国际输血及血液学杂志,2019,42(6):502-507. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-419X.2019.06.007.

(收稿日期:2021-10-15)

(本文编辑:邵文)