

• 论著—研究报告 •

长期单采血小板对献血者电解质和甲状旁腺素的影响

王贝¹ 刘佳惠¹ 王雯¹ 仝梦园¹ 史志旭¹

[摘要] 目的:研究单采血小板过程中献血者血清钾、钠、氯、钙、镁和甲状旁腺素(parathyroid hormone, PTH)的变化情况及长期单采血小板对这些指标的影响。方法:随机筛选初次单采献血者 15 例(初次组)和长期单采献血者 15 例(长期组),分别检测献血者在血小板采集 0 min、30 min、结束时血液标本的血清钾、钠、氯、钙、镁和 PTH 浓度,分析比较 2 组献血者这些指标的差异。结果:采集过程中,2 组献血者的血清钾、氯总体水平均呈下降趋势,在采集 30 min 和结束时分别与 0 min 比较,差异均有统计学意义($P < 0.01$);2 组献血者的血清钠总体水平呈上升趋势,但长期组增长不明显($P > 0.05$);2 组献血者的血清钙、镁总体水平均呈先下降后回升趋势,在采集 30 min 时达到低值,长期组血清钙在 30 min 和结束时分别与 0 min 比较,差异均有统计学意义($P < 0.01$),但初次组血清钙水平变化不明显($P > 0.05$);2 组 PTH 总体水平均呈先明显上升后缓慢回落的趋势,均在采集 30 min 时显著增高($P < 0.01$)。2 组间血清钾、钠、氯、钙、镁在 0 min、30 min、结束时比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$);2 组间血清 PTH 水平在 30 min 时比较差异有统计学意义($P < 0.05$)。结论:长期捐献血小板对献血者的血清钾、钠、氯、钙、镁未产生明显影响,但长期组的血清 PTH 在采集中的增长水平较初次组明显降低,应当受到采供血机构的重视。

[关键词] 长期单采血小板;血清电解质;甲状旁腺素

DOI:10.13201/j.issn.1004-2806.2023.06.009

[中图分类号] R457.1 [文献标志码] A

Effects of long-term plateletpheresis on electrolytes and parathyroid hormone in blood donors

WANG Bei LIU Jiahui WANG Wen TONG Mengyuan SHI Zhixu

(Xuzhou Red Cross Blood Center, Xuzhou, 221006, China)

Corresponding author: SHI Zhixu, E-mail: xzxzshizhixu@163.com

Abstract Objective: To study the changes of serum potassium, sodium, chloride, calcium, magnesium and parathyroid hormone(PTH) in blood donors during plateletpheresis and the effect of long-term plateletpheresis on these indexes. **Methods:** A total of 15 initial plateletapheresis donors(initial group) and 15 long-term plateletapheresis donors(long-term group) at this site were randomly selected. Serum potassium, sodium, chloride, calcium, magnesium and PTH concentrations were measured in blood specimens from donors at 0 min, 30 min and at the end of platelet collection, respectively, and the differences in these indicators between the two groups of donors were analysed and compared. **Results:** The overall serum potassium and chloride levels of the donors in both groups tended to decrease during the collection process, with statistically significant differences at 30 min and at the end of the collection compared to 0 min, respectively($P < 0.01$); An overall trend of serum sodium levels in both groups of blood donors was increasing, but a non-significant increase in the long-term group($P > 0.05$); The overall serum calcium and magnesium levels of blood donors in both groups showed a tendency to decrease and then increase, reaching the low value during the collection process at 30 min. The differences in serum calcium in the long-term group were statistically significant at 30 min and at the end compared with 0 min, respectively($P < 0.01$), but the changes in serum calcium levels in the initial group were not significant($P > 0.05$). Overall PTH levels in both groups showed a significant increase followed by a slow decline, and were significantly increased at 30 min of collection($P < 0.01$). No statistically significant differences in serum potassium, sodium, chloride, calcium and magnesium between the two groups at 0 min, 30 min and at the end of the comparison($P > 0.05$); The difference in serum PTH levels between the two groups was statistically significant when compared at 30 min($P < 0.05$). **Conclusion:** Long-term platelet donation did not have a significant effect on serum potassium, sodium, chloride, calcium or magnesium in donors, but the long-term group had a significantly lower increase in serum PTH

¹徐州市红十字血液中心(江苏徐州,221006)

通信作者:史志旭,E-mail:xzxzshizhixu@163.com

levels in the collection compared to the initial group and should be taken seriously by blood collection agencies.

Key words long-term apheresis of platelets; serum electrolytes; parathyroid hormone

单采血小板是通过血细胞分离机在无菌密闭条件下,从单一献血者采集分离出高度浓缩血小板,同时将其他血液成分回输给献血者。该方法采集的血小板具有纯度高、疗效好、节约血液资源、输血不良反应少等优点,已被广泛应用于临床^[1]。单采血小板对长期固定献血者的依赖性很高^[2]。单采血小板采集过程中采用 ACD-A 抗凝,ACD-A 中主要成份是枸橼酸盐,枸橼酸盐输入人体后可与血液中的钙镁离子结合,进而引起单采血小板献血者的电解质和甲状旁腺素(parathyroid hormone, PTH)发生改变。单采献血者每隔 2 周可捐献 1 次血小板,若每次捐献 2 个单位,1 年可捐献多达 20 次,枸橼酸盐长期频繁输入献血者体内,是否会对单采献血者机体产生影响,是本试验关注的问题。为了解单采血小板过程中献血者的电解质和 PTH 的变化及长期单采血小板对这些指标的影响,对我站 15 例长期单采献血者及 15 例初次单采献血者在采集过程中的血清钾、钠、氯、钙、镁和 PTH 的变化情况进行分析,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 对象

从 2022 年 4 至 6 月在我站捐献单采血小板的献血者中随机筛选 30 例,其中男 19 例,女 11 例;年龄 19~59 岁,平均(38.13±9.31)岁;固定单采献血者 15 例为长期组,初次单采献血者 15 例为初次组。选择献血者标准:①符合《献血者健康检查要求》(GB18467-2011);②1 周内未服用过阿司匹林或其他抗凝类药物;③采前血小板计数≥200×10⁹/L,采集 2 个治疗量/次;④固定单采献血者捐献血小板次数>12 次/年,至少持续捐献血小板 5 年;⑤捐献前对本次试验知情同意,并签署知情同意书。血细胞分离机 ACD-A 与全血比例为 1:10,采血速度(80~100) mL/min,回输速度(100~120) mL/min,采集时间(52~114) min,处理血量(2 780~4 210) mL。

1.2 仪器与试剂

Amicus 血细胞分离机 3.21 版本(德国费森尤

斯)及其配套一次性管路(批号:FA21J12158);MEK-7300P 全自动血细胞分析仪(深圳迈瑞);EasyLyte plus 电解质分析仪(美国麦迪卡);BS390 全自动生化分析仪(深圳迈瑞);CL-6000i 全自动化学发光免疫分析仪(深圳迈瑞);ACD-A 抗凝剂(山东威高,批号:22021431);0.9%生理盐水(山东威高,批号:22010511);钠/钾/氯检测试剂包(EasyLyte plus,批号:21287/1);血清钙镁检测试剂(深圳迈瑞,批号:142222001 和 148221008);血清 PTH 检测试剂(深圳迈瑞,批号:2020080100)。

1.3 补钙剂

复方葡萄糖酸钙口服溶液 10 mL/支(含钙 0.11 g),每位单采献血者在开始采集前 10 min 一次性口服葡萄糖酸钙口服液 2 支,严格控制献血者服用钙剂时间与剂量^[3]。

1.4 标本收集与检测

严格按照单采血小板操作规程进行规范操作,采集过程顺利,无二针穿刺。2 组均在血小板采集 0 min、30 min、结束时各留取 3.5 mL 静脉血于促凝管中,做好标识,在采样后 2 h 内离心,3 000 g/min 离心 10 min,分离出血清,并立即检测献血者的血清钾、钠、氯、钙、镁和 PTH。使用电解质分析仪检测血清钾、钠、氯,采用离子选择电极法;使用全自动生化分析仪检测血清钙、镁,其中钙检测采用偶氮砷Ⅲ法、镁检测采用二甲苯胺蓝法^[4];使用全自动化学发光免疫分析仪检测血清 PTH^[5]。所有检测均严格按照相关仪器及试剂说明书操作。

1.5 统计学处理

应用 SPSS 26.0 软件进行统计分析,计量资料以 $\bar{X} \pm S$ 表示,组内不同时间点比较采用配对 *t* 检验,组间差异采用非配对 *t* 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

2 组献血者的年龄、体重、采集时间、ACD-A 用量、处理血量等比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性,见表 1。

表 1 长期和初次单采血小板献血者的一般资料

项目	长期组(<i>n</i> =15)	初次组(<i>n</i> =15)	$\bar{X} \pm S$
年龄/岁	41.33±9.11	34.93±8.65	0.058
体重/kg	79.53±9.25	72.27±12.33	0.079
采集时间/min	67.13±11.46	79.20±20.12	0.053
ACD-A 使用量/mL	364.93±49.59	395.40±68.10	0.172
处理血量/mL	3 456.80±278.13	3 647.33±511.76	0.219

2.2 单采血小板过程中 2 组献血者血清钾、钠、氯的变化

随着血小板采集时间延长,2 组献血者的血清钾、氯总体水平均呈下降趋势,在采集 30 min 和结束时分别与 0 min 比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$),在采集结束时与 30 min 比较,水平略有升高,但差异无统计学意义($P > 0.05$);2 组献血者的血清钠总体水平呈上升趋势,初次组在 30 min 和采集结束时分别与 0 min 比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$),但长期组变化并不明显

($P > 0.05$);2 组间的血清钾、钠、氯在相同时间点比较,差异均无统计学意义,见表 2。

2.3 单采血小板过程中 2 组献血者血清钙、镁的变化

2 组献血者的血清钙、镁水平随单采时间的延长均呈先下降后回升的趋势,且均在采集 30 min 时达到低值,但初次组血清钙水平在采集中变化不明显($P > 0.05$);2 组间血清钙、镁比较差异均无统计学意义,见表 3。

表 2 长期和初次单采血小板献血者采集过程中血清钾、钠、氯的变化 mmol/L, $\bar{X} \pm S$

采集时间	长期组($n=15$)			初次组($n=15$)		
	血清钾	血清钠	血清氯	血清钾	血清钠	血清氯
0 min	3.89±0.34	141.63±2.92	103.90±1.42	3.80±0.43	140.21±3.31	105.00±1.73
30 min	3.44±0.20 ²⁾	141.79±1.87	102.58±1.81 ²⁾	3.33±0.37 ²⁾	142.28±2.49 ¹⁾	103.59±2.12 ²⁾
采集结束	3.45±0.14 ²⁾	141.87±2.74	102.59±1.71 ²⁾	3.34±0.39 ²⁾	142.18±2.69 ¹⁾	103.53±1.70 ²⁾

与同组 0 min 比较,¹⁾ $P < 0.05$;与同组 0 min 比较,²⁾ $P < 0.01$ 。

表 3 长期和初次单采血小板献血者采集过程中血清钙、镁的变化 mmol/L, $\bar{X} \pm S$

采集时间	长期组($n=15$)		初次组($n=15$)	
	血清钙	血清镁	血清钙	血清镁
0 min	2.46±0.11	0.84±0.05	2.39±0.17	0.83±0.07
30 min	2.30±0.13 ¹⁾	0.81±0.06 ¹⁾	2.36±0.11	0.79±0.06
采集结束	2.34±0.10 ¹⁾	0.83±0.06	2.37±0.13	0.81±0.06 ²⁾

与同组 0 min 比较,¹⁾ $P < 0.01$;与同组 30 min 比较,²⁾ $P < 0.05$ 。

2.4 单采血小板过程中 2 组献血者 PTH 的变化

随着血小板采集时间延长,2 组血清 PTH 水平呈先明显上升,在采集 30 min 时达到高值($P < 0.01$),随后开始缓慢回落,与献血者血清钙、镁的变化趋势相反。采集开始时长期组血清 PTH 水平虽高于初次组,但差异无统计学意义;采集 30 min 时初次组血清 PTH 水平明显高于长期组($P < 0.05$),见表 4。

单采血小板过程中,枸橼酸盐随血液回输到献血者体内,与献血者血液中钙、镁离子结合,短期内会引起体内血清钙、镁水平下降,钙、镁离子降低可反馈引起甲状旁腺主细胞分泌大量 PTH,动员骨钙入血,促进肾小管对钙、镁离子的吸收,使血钙、镁浓度迅速回升。同时,PTH 还能够促进肾脏合成活性维生素 D,进而增强胃肠道对钙的吸收,来维持机体血钙的稳定^[6-7]。此外,枸橼酸盐在体内代谢较快,在肝功能正常的情况下能迅速被清除,释放出游离钙^[8-9],因此,血钙在短暂的波动后会恢复到正常水平,理论上捐献单采血小板不会对献血者机体产生不良影响。《献血者健康检查要求》(GB 18467-2011)将单采血小板的献血间隔由 4 周缩短为 2 周,这种规定是基于血液中血小板的恢复情况而定,但对于长期固定捐献单采血小板的献血者,枸橼酸盐长期频繁输入是否会对献血者产生负面影响,还需要更多的试验研究。

表 4 长期和初次单采血小板献血者采集过程中 PTH 的变化 pg/mL, $\bar{X} \pm S$

采集时间	长期组($n=15$)	初次组($n=15$)
	0 min	41.25±10.80
30 min	153.62±35.11 ¹⁾²⁾	181.48±37.90 ¹⁾
采集结束	103.11±17.37 ¹⁾	117.14±32.58 ¹⁾

与同组 0 min 比较,¹⁾ $P < 0.01$;与初次组 30 min 比较,²⁾ $P < 0.05$ 。

3 讨论

血清电解质钾、钠、氯、钙、镁是维持机体内环境平衡和神经、肌肉应激性的重要因素,受神经系统和某些激素的调节,保持机体正常的生理功能。

表 2 结果显示,随着单采血小板时间的延长,2 组献血者血清钾和氯的总体水平均呈下降趋势,血清氯浓度变化幅度较小,但血清钾浓度下降明显,波动幅度较大,2 组采集结束时血清钾平均浓度降至(3.40±0.29) mmol/L,平均降幅为(11.19±

7.59%)。单采献血者血清钾浓度降低是由于枸橼酸盐被肝脏分解产生碱性物质,引起细胞内氢离子向细胞外迁移作为代偿,使血液中的钾离子向细胞内转移,进而造成血液中钾离子浓度降低^[10]。低钾的临床表现不一,一般无明显症状,当机体急性重度缺钾超过体钾 10%时,可表现有乏力、四肢酸软、腹胀、恶心、呕吐等症状。钾在体内不能合成,需从食物中摄取,建议单采血小板献血者在捐献血小板前可以吃一些钾含量较高的食物,切勿空腹献血,避免导致血钾浓度过低引起不良反应。在单采血小板过程中,2 组献血者的血清钠总体水平均呈上升趋势,尽管初次组的血清钠上升幅度略高于长期组,但 2 组差异无统计学意义,考虑可能为样本量不够大而引起。2 组间的血清钾、钠、氯在相同采集时间点比较,差异均无统计学意义,没有发现长期频繁捐献血小板对献血者血清钾、钠、氯产生明显影响。

表 3 结果显示,单采血小板过程中,随着 ACD-A 的输入,2 组献血者血清钙和镁的总体水平均呈先下降后回升的趋势,且均在采集 30 min 时达到低值。2 组血清镁的变化幅度较小,在采集结束与 0 min 比较,差异均无统计学意义,且接近采集开始的水平,血清镁的恢复速度相比血钙快,与沈燕等^[11]研究结果一致。长期组的血清钙在采集过程中变化显著($P < 0.01$),初次组的血清钙水平在采集中变化并不明显($P > 0.05$),虽然长期组的血清钙下降幅度大于初次组,但 2 组之间比较差异无统计学意义,笔者认为一方面可能是由于样本量较少,未发现 2 组之间血清钙的实际差异;另一方面也可能说明长期单采血小板尽管导致献血者的血清钙水平在采集中降低幅度增大,但未对献血者机体的血钙水平造成明显长久影响。

PTH 的分泌主要受血清离子钙浓度变化调节,血清离子钙浓度轻微下降时,就能直接刺激甲状旁腺主细胞释放 PTH,使血液 PTH 浓度迅速升高,快速动员骨钙入血,促进肠道和肾小管对钙的吸收,从而代偿钙的降低^[10]。表 4 结果显示,单采血小板过程中,PTH 总体水平变化与血清钙、镁的变化相反,呈先明显上升后缓慢下降的趋势,PTH 在采集 30 min 时迅速增高,达到采集基础水平的 3~4 倍,采集结束时仍明显大于开始时的水平。采集开始时长期组的血清 PTH 水平虽然高于初次组,但差异无统计学意义,长期捐献血小板是否会导致献血者 PTH 基础水平的增高后期还需进一步研究探讨。长期组的 PTH 水平在 30 min 时明显低于初次组,笔者分析,相对于检测的血清总钙,离子钙才是调节 PTH 分泌的主要因素,所以,一方面

可能是在采集前 30 min 时,初次组血清离子钙浓度的最低值比长期组低,从而导致初次组的 PTH 增长幅度更加显著;另一方面也有可能长期组献血者的甲状旁腺主细胞对低浓度离子钙敏感性降低,产生耐受性,使分泌的 PTH 水平不如初次组,但还需要进一步试验研究。

综上所述,本研究证实了单采血小板过程中血清钾、钠、氯、钙、镁和 PTH 的变化规律,暂未发现长期捐献血小板对献血者血清钾、钠、氯、钙、镁的影响,但长期单采献血者的血清 PTH 在采集中的上升幅度较初次组降低,这种水平的变化是否说明长期单采血小板对献血者机体造成影响,后期还需要进一步探讨和研究。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 范恩勇,孙海英,戴超凡,等. 多次单采成分献血者铁蛋白代谢及贫血相关指标水平变化研究[J]. 临床血液学杂志,2022,35(8):552-555.
- [2] 赵玥. 频繁单采献血者血细胞参数分析[J]. 临床血液学杂志,2022,35(8):598-601.
- [3] 叶盛,傅强,何晓露,等. 口服葡萄糖酸钙对单采血小板过程中献血者血清钙、镁和甲状旁腺素的影响[J]. 中国输血杂志,2018,31(6):620-623.
- [4] Solanki A, Agarwal P. Comprehensive analysis of changes in clinically significant divalent serum cation levels during automated plateletpheresis in healthy donors in a tertiary care center in North India[J]. Asian J Transfus Sci,2015,9(2):124-128.
- [5] Bolan CD, Greer SE, Cecco SA, et al. Comprehensive analysis of citrate effects during plateletpheresis in normal donors [J]. Transfusion, 2001, 41 (9): 1165-1171.
- [6] 洪纓,郑碧华,孟文,等. 单采血小板前后献血者血清甲状旁腺素及电解质的变化[J]. 中国输血杂志,2007,20(2):113-114.
- [7] 孙启俊,傅强,李翠萍,等. 长期机采血小板献血者甲状旁腺素测定的意义[J]. 中国输血杂志,2005,18(6):468-469.
- [8] 王凯,陈新,伏长青,等. 献血间隔期不同补钙方式对单采血小板献血者部分生化指标的影响[J]. 中国输血杂志,2022,35(3):307-310.
- [9] 黄文君. 机采血小板低钙反应的预防及处理[J]. 临床血液学杂志,2017,30(6):452-453.
- [10] 褚晓凌,郭永建,陈颖. 柠檬酸盐抗凝剂对机体电解质和骨代谢的影响[J]. 中国输血杂志,2010,23(3):227-230.
- [11] 沈燕,叶盛,傅强. 献血频次对单采血小板献血者血清钙、镁和甲状旁腺素的影响[J]. 临床输血与检验,2021,23(4):469-472.

(收稿日期:2022-10-25 修回日期:2023-03-07)