

· 临床研究 ·

血液回收技术中应用钠钾镁钙葡萄糖注射液
对肝肾功能和血气指标的影响

杨玉军 陈勇 徐国海

【摘要】 目的 评价钠钾镁钙葡萄糖注射液应用于血液回收技术中对患者肝肾功能和血气指标的影响。**方法** 选择需行血液回收的神经外科手术患者 60 例,男 31 例,女 29 例,年龄 19~67 岁, BMI 21~25 kg/m², ASA I 或 II 级。随机分为钠钾镁钙葡萄糖注射液组(N 组)和生理盐水组(C 组), 每组 30 例。N 组肝素冲管液采用低分子肝素钠 25 000 IU 加入钠钾镁钙葡萄糖注射液 500 ml 中配置,洗涤液全部应用钠钾镁钙葡萄糖注射液;C 组肝素冲管液采用低分子肝素钠 25 000 IU 加入生理盐水 500 ml 中配置,洗涤液全部应用生理盐水。于血液回收前(T₀)、自体血输注完毕后(T₁)、手术后 6 h(T₂)采集血样,检测 ALT、AST、血清总胆红素(TBIL)、肌酐(Scr)、尿素氮(BUN)等肾功能指标;血氧饱和度 50% 时的氧分压(P₅₀)、pH、血浆 HCO₃⁻、乳酸(Lac)、电解质(K⁺、Na⁺、Cl⁻、Ca²⁺)、血糖(Glu)浓度等血气指标。**结果** 与 T₀ 时比较,T₁ 时 C 组 BUN、Scr、Lac、Na⁺、Cl⁻、Glu 浓度明显升高(P<0.05),P₅₀ 明显升高(P<0.05),pH 和血浆 HCO₃⁻ 浓度以及 K⁺、Ca²⁺ 浓度明显降低(P<0.05)。与 T₁ 时比较,T₂ 时 C 组 BUN、Scr、Lac、Na⁺、Cl⁻、Glu 浓度明显升高(P<0.05),P₅₀ 明显升高(P<0.05),pH 和血浆 HCO₃⁻ 浓度以及 K⁺、Ca²⁺ 浓度明显降低(P<0.05)。与 N 组比较,T₁ 和 T₂ 时 C 组 BUN、Scr、Lac、Na⁺、Cl⁻、Glu 浓度明显升高(P<0.05),P₅₀ 明显升高(P<0.05),pH 和血浆 HCO₃⁻ 浓度以及 K⁺、Ca²⁺ 浓度明显降低(P<0.05)。两组不同时点 AST、ALT、TBIL 浓度差异无统计学意义。**结论** 在血液回收中应用钠钾镁钙葡萄糖注射液配置肝素冲管液和洗涤液有利于减轻红细胞的损伤,改善红细胞携氧能力,维持内环境稳定和酸碱平衡,有利于保护患者肾功能,但对肝功能无明显影响。

【关键词】 钠钾镁钙葡萄糖注射液;血液回收;肾功能;血气分析

Effect of sodium, potassium, magnesium and calcium glucose injection on hepatic and renal function and blood gas index in blood recovery technology YANG Yujun, CHEN Yong, XU Guohai.

Department of Anesthesiology, the Second Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang 330006, China

Corresponding author: XU Guohai, Email: xuguohai@sina.com

【Abstract】 Objective To evaluate the effects of sodium, potassium, magnesium and calcium glucose injection on liver and renal function and blood gas parameters in patients with blood recovery technology. **Methods** Sixty patients with neurosurgery requiring blood recovery, 31 males and 29 females, aged 19 - 67 years, BMI 21 - 25 kg/m², falling into ASA physical status I or II, were randomly divided into sodium, potassium, magnesium and calcium glucose injection group (group N) and 0.9% sodium chloride injection group (group C), 30 cases in each group. Group N heparin flushing liquid was prepared by adding 25 000 IU of low molecular weight heparin sodium to 500 ml of sodium, potassium, magnesium and calcium glucose injection. The washing liquid was all applied with sodium, potassium, magnesium and calcium glucose injection; group C heparin flushing liquid was added with low molecular weight heparin sodium 25 000 IU. The sodium chloride injection was placed in 500 ml, and the washing solution was all applied with 0.9% sodium chloride injection. Before blood recovery (T₀), after autologous blood transfusion (T₁), and postoperative 6 h (T₂), all the following information were detected: alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), serum total bilirubin (TBIL), creatinine (Scr), urea nitrogen (BUN), oxygen partial pressure (P₅₀), pH, plasma HCO₃⁻, lactic acid (Lac), electrolyte (K⁺, Na⁺, Cl⁻, Ca²⁺), and blood glucose (Glu) at 50% oxygen saturation. **Results** Compared with T₀, the concentrations of BUN, Scr, Lac, Na⁺, Cl⁻ and Glu in group C at T₁ were significantly increased (P < 0.05), P₅₀ was significantly increased (P < 0.05), pH and plasma HCO₃⁻ concentration, K⁺, Ca²⁺ concentration was significantly re-

DOI:10.12089/jca.2019.06.005

作者单位:330006 南昌大学第二附属医院麻醉科

通信作者:徐国海,Email:xuguohai@sina.com

duced ($P < 0.05$). Compared with T_1 , the concentrations of BUN, Scr, Lac, Na^+ , Cl^- and Glu in group C at T_2 were significantly increased ($P < 0.05$), P_{50} was significantly increased ($P < 0.05$), pH and plasma HCO_3^- concentration, K^+ , Ca^{2+} concentration was significantly reduced ($P < 0.05$). Compared with group N, the concentrations of BUN, Scr, Lac, Na^+ , Cl^- and Glu in group C were significantly increased ($P < 0.05$), P_{50} was significantly increased ($P < 0.05$), pH and plasma HCO_3^- concentration at T_1 and T_2 . The concentrations of K^+ and Ca^{2+} were significantly decreased ($P < 0.05$). There were no significant differences in AST, ALT, and TBIL between the two groups at different time points. **Conclusion** The use of sodium, potassium, magnesium and calcium glucose injection in blood recovery to configure heparin flushing fluid and washing solution is beneficial to reduce the damage of red blood cells, improve the oxygen carrying capacity of red blood cells, maintain the stability of the internal environment and the acid-base balance, and help protect the renal function of patients, but no significant effect exerts on liver function.

【Key words】 Sodium, potassium, magnesium and calcium glucose injection; Blood recovery; Liver and renal function; Blood gas analysis

近年来随着手术量不断增加,血液需求量随之增加,血液回收技术的出现使得血源短缺这一状况得到有效缓解。血液回收技术是指用血液回收机等设备将患者手术中流失的血液通过肝素化、收集、过滤、分离、清洗、净化后,再输入患者的体内的方法^[1]。血液回收技术在临床麻醉血液保护工作中扮演着重要角色,麻醉科医师总是致力于提高血液回收质量,保证红细胞的有效利用,维持手术患者内环境稳定^[2]。本研究通过比较两种不同冲管液和洗涤液对患者肝肾功能以及血气指标的影响,了解血液回收中不同液体的优缺点,为手术中自体输血的安全性提供参考。

资料与方法

一般资料 本研究经本院伦理委员会批准(2017 研临审第 005 号),患者术前均签署知情同意书。选择需行血液回收的神经外科手术患者,性别不限,年龄 19~67 岁, BMI 21~25 kg/m², ASA I 或 II 级。排除标准:存在血液回收技术禁忌证(如败血症、恶性肿瘤、血液被污染等),肝肾功能不全,凝血功能异常,血液、免疫和内分泌系统疾病。采用随机数字表法分为两组:钠钾镁钙葡萄糖注射液组(N 组)和生理盐水组(C 组)。

麻醉方法 所有患者均采用静-吸复合全麻,桡动脉或足背动脉穿刺行动态血流动力学监测,通过压力传感器管道采集动脉血检测肝肾功能以及血气指标。麻醉诱导采用咪达唑仑 0.04~0.08 mg/kg、舒芬太尼 0.3~0.6 μg/kg、利多卡因 0.2~0.4 mg/kg、丙泊酚 1.5~2.0 mg/kg、顺式阿曲库铵 0.10~0.15 mg/kg 静脉注射。术中以瑞芬太尼、丙泊酚、七氟醚和顺式阿曲库铵维持麻醉。使用国产 BW-8100A 型自体血液回收机(112645P),外科医师收集血液应用吸引器负压值为(-90~-160

mmHg)。N 组肝素冲管液采用低分子肝素钠(批号:151603027A)25 000 IU 加入钠钾镁钙葡萄糖注射液(批号:160703)500 ml 中配置,洗涤液全部应用钠钾镁钙葡萄糖注射液;C 组肝素冲管液采用低分子肝素钠 25 000 IU 加入生理盐水(批号:B16071102)500 ml 中配置,洗涤液全部应用生理盐水。预充管道 80 ml,维持滴速为每分钟 60 滴。抗凝剂滴入体积与吸入血体积之比为 1:5,血液在储血器内经多层过滤(外层过滤网眼直径为 40 μm),收集血液超过 800 ml 时,以 400 ml/min 泵速泵入离心罐,以 3 000 r/min 离心,洗涤液总体积为 2 000 ml。以 800 ml/min 洗涤,去除游离的血红蛋白、细胞碎片及肝素等杂质,最后得到 Hct 为 32%~55% 的浓缩红细胞。

观察指标 于血液回收前(T_0)、自体血输注完毕后(T_1)、术后 6 h(T_2)采集血样。采用便携式全自动生化分析仪(SMT-100)检测患者肝肾功能指标,包括 ALT、AST、血清总胆红素(TBIL)、肌酐(Scr)、尿素氮(BUN)。采用血气分析仪(i-STAT300G)检测血氧饱和度 50% 时的氧分压(P_{50})、pH、血浆 HCO_3^- 、乳酸(Lac)、电解质(K^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 、 Ca^{2+})、血糖(Glu)浓度。

统计分析 采用 SPSS 20.0 软件进行统计分析。正态分布计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用两独立样本 t 检验,组内比较采用重复测量数据方差分析;偏态分布计量资料采用秩和检验。计数资料比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

本研究共纳入 60 例患者,每组 30 例。两组患者性别、年龄、体重、BMI、ASA 分级、手术时间、术中输血量 and 尿量差异无统计学意义(表 1)。

表 1 两组患者一般情况的比较

组别	例数	男/女 (例)	年龄 (岁)	体重 (kg)	BMI (kg/m ²)	ASA I/ II 级(例)	手术时间 (min)	术中输血量 (ml)	尿量 (ml)
N 组	30	14/16	46.3±5.1	64.1±3.2	22.9±1.3	13/17	197.4±9.2	2 502.3±57.1	1 510.5±65.8
C 组	30	17/13	46.5±7.2	65.3±1.6	23.1±1.0	11/19	191.3±9.1	2 521.5±47.6	1 491.4±56.1

与 T₀ 时比较, T₁ 时 C 组 BUN、Scr 浓度明显升高 ($P<0.05$); 与 T₁ 时比较, T₂ 时 C 组 BUN、Scr 浓度明显升高 ($P<0.05$)。与 N 组比较, T₁ 和 T₂ 时 C 组 BUN、Scr 浓度明显升高 ($P<0.05$)。两组不同时点 AST、ALT、TBIL 浓度差异无统计学意义(表 2)。

表 2 两组患者不同时点肝肾功能指标的比较($\bar{x}\pm s$)

指标	组别	例数	T ₀	T ₁	T ₂
ALT (U/L)	N 组	30	16.2±2.3	15.3±2.1	16.3±1.2
	C 组	30	17.9±1.2	16.5±2.9	16.3±2.1
AST (U/L)	N 组	30	13.3±1.2	13.3±2.3	13.8±1.2
	C 组	30	13.3±0.2	13.9±3.1	13.4±1.6
TBIL (μmol/L)	N 组	30	10.2±2.5	10.3±2.4	10.4±2.3
	C 组	30	10.5±2.1	10.7±2.3	10.0±1.5
BUN (mmol/L)	N 组	30	5.0±1.1	5.8±2.1	5.9±1.4
	C 组	30	4.9±2.1	6.3±1.6 ^{ac}	9.2±1.1 ^{bc}
Scr (μmol/L)	N 组	30	56.6±1.5	56.2±1.4	57.5±2.7
	C 组	30	55.5±3.3	60.2±2.5 ^{ac}	66.3±1.3 ^{bc}

注:与 T₀ 比较, ^a $P<0.05$; 与 T₁ 比较, ^b $P<0.05$; 与 N 组比较, ^c $P<0.05$

与 T₀ 时比较, T₁ 时 C 组 P₅₀、Lac、Na⁺、Cl⁻、Glu 浓度明显升高, pH 和血浆 HCO₃⁻、K⁺、C²⁺ 浓度明显降低 ($P<0.05$)。与 T₁ 时比较, T₂ 时 C 组 P₅₀、Lac、Na⁺、Cl⁻、Glu 浓度明显升高, pH 和血浆 HCO₃⁻、K⁺、C²⁺ 浓度明显降低 ($P<0.05$)。与 N 组比较, T₁ 和 T₂ 时 C 组 P₅₀、Lac、Na⁺、Cl⁻、Glu 浓度明显升高, pH 和血浆 HCO₃⁻、K⁺、C²⁺ 浓度明显降低 ($P<0.05$) (表 3)。

讨 论

目前,临床上存在血源短缺的情况,因此血液回收技术得到大力推广和应用,在普及该技术的同时,探讨其对肝肾功能的影响、分析血气结果,用以指导临床麻醉用药非常必要。既往研究表明,库存红细胞变形能力明显下降,而红细胞变形性是决

表 3 两组患者不同时点血气分析指标的比较($\bar{x}\pm s$)

指标	组别	例数	T ₀	T ₁	T ₂
P ₅₀ (mmHg)	N 组	30	27.5±1.6	27.4±2.1	27.1±2.3
	C 组	30	27.2±1.6	28.8±1.9 ^{ac}	29.6±1.1 ^{bc}
pH	N 组	30	7.39±0.23	7.40±0.27	7.41±0.21
	C 组	30	7.39±0.24	7.20±0.15 ^{ac}	7.15±0.31 ^{bc}
HCO ₃ ⁻ (mmol/L)	N 组	30	24.6±0.6	24.4±0.4	24.3±0.3
	C 组	30	24.7±0.5	23.6±0.4 ^{ac}	22.2±0.2 ^{bc}
Lac (mmol/L)	N 组	30	1.3±0.2	1.5±0.2	1.4±0.0
	C 组	30	1.2±0.2	3.5±0.5 ^{ac}	4.1±0.3 ^{bc}
Na ⁺ (mmol/L)	N 组	30	139.1±2.5	140.1±2.4	140.3±2.6
	C 组	30	140.1±2.4	150.3±1.4 ^{ac}	157.2±1.0 ^{bc}
Cl ⁻ (mmol/L)	N 组	30	105.6±1.5	106.3±0.4	104.3±1.2
	C 组	30	105.5±2.1	110.7±1.4 ^{ac}	117.0±1.5 ^{bc}
Ca ²⁺ (mmol/L)	N 组	30	2.0±1.1	2.3±2.2	2.2±1.3
	C 组	30	2.1±2.2	1.7±1.7 ^{ac}	1.3±1.0 ^{bc}
Glu (mmol/L)	N 组	30	5.0±2.3	5.2±2.1	5.3±1.7
	C 组	30	5.1±1.3	7.3±2.4 ^{ac}	8.4±2.1 ^{bc}

注:与 T₀ 比较, ^a $P<0.05$; 与 T₁ 比较, ^b $P<0.05$; 与 N 组比较, ^c $P<0.05$

定红细胞发挥其携氧功能以及输注后在体内存活的重要因素^[3]。血液回收时,负压吸引、离心、分离、浓缩等机械损伤可直接导致红细胞变形破坏,另外离体红细胞所处的环境以及破损红细胞炎症因子的释放也会导致其变形能力下降。如果离体红细胞所处环境与血浆差别较大,可能导致红细胞的皱缩或水肿,使红细胞特有的双凹圆盘形状消失,影响其携氧能力。

血液回收操作流程中多使用生理盐水配制肝素冲管液和洗涤液,大量生理盐水的应用会导致高氯血症^[4],甚至引起高氯性酸中毒,其机制有以下两个观点:(1)血浆 HCO₃⁻ 浓度被稀释,细胞外液缓冲能力下降;(2)强离子差(SID)变小,强离子是指

血液中完全解离的离子, SID 为细胞外液中游离的阳离子与阴离子的差值,它是影响体液 pH 最重要的因素^[5]。大量输注生理盐水后 SID 值变小,血浆阳离子减少,而水电离出的 H^+ 增多,进而导致机体 pH 降低和酸中毒的产生。本研究结果显示,大量输注生理盐水洗涤后的自体血也会导致高氯性酸中毒,血气分析中 pH 值和 Lac 的变化也正好说明了这一点。大量输注生理盐水可影响肾功能,主要在于肾小管细胞的损伤,轻度肾小管损伤与手术、麻醉以及围术期应激有关^[6]。钠钾镁钙葡萄糖注射液含有多种电解质,对肝肾功能具有保护作用。有文献报道,钠钾镁钙葡萄糖注射液可有效预防手术、外伤及出血等因素所致的功能性细胞外液减少,纠正代谢性酸中毒和减轻内环境紊乱,有利于患者围术期安全^[7]。钠钾镁钙葡萄糖注射液用于血液回收过程中的管道预充和洗涤可以减少对红细胞的破坏,提高其携氧能力,减轻肝肾损害和维持内环境稳定。

评价洗涤后自体血的功能状态,主要看红细胞的携氧能力。氧气的运输主要依靠氧合血红蛋白,氧解离曲线能很好反映他们之间的关系^[8]。氧解离曲线是表示氧分压与 Hb 氧饱和度关系的曲线,当 pH 下降、 PCO_2 升高、温度升高、2,3-二磷酸甘油酸(2,3-DPG)升高时氧离曲线右移。曲线右移表明 Hb 与氧气的亲和力降低^[9]。 P_{50} 是指氧饱和度为 50% 时的氧分压,它是反映机体氧合的重要指标,正常值为 26.5 mmHg。若 P_{50} 降低,氧解离曲线左移,氧合血红蛋白亲和力增加,若 P_{50} 升高,氧解离曲线右移,氧合血红蛋白亲和力降低^[10]。本研究结果显示,钠钾镁钙葡萄糖注射液洗涤后的自体血输注前后 P_{50} 变化不大,与应用生理盐水相比, P_{50} 还有降低的趋势。因此,血液回收洗涤红细胞时使用钠钾镁钙葡萄糖注射液可以有效改善红细胞的携氧能力。

钠钾镁钙葡萄糖注射液为复方制剂,其主要组分为每 1 000 ml 中含:氯化钠(NaCl) 6.372 g,氯化钾(KCl) 0.30 g,氯化镁($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) 0.204 g,醋酸钠($NaC_2H_3O_2$) 2.052 g,枸橼酸钠($C_6H_5Na_3O_7 \cdot 2H_2O$) 0.588 g,葡萄糖酸钙($C_{12}H_{22}CaO_{14} \cdot H_2O$) 0.672 g,葡萄糖 10 g,其各种电解质构成和酸碱度类似于血浆,在血液回收时,使用它来冲管和洗涤,可以使离体红细胞仍然处在类似机体内环境的环境中,而不至于皱缩、变形、破坏^[11]。回输经钠钾镁钙葡萄糖注射液洗涤后的自体血,患者的血浆电解

质含量更接近于正常人体,从而使患者的内环境更加稳定,有利于术后快速康复。

综上所述,在血液回收中应用钠钾镁钙葡萄糖注射液配置肝素冲管液和洗涤液有利于减轻红细胞的损伤,改善红细胞携氧能力,有利于保护患者肾功能,维持内环境稳定和酸碱平衡,但对肝功能无明显影响。本研究仍存在诸多局限性,如样本量小、多中心研究少、非随机对照的前瞻性研究,想要获知更具科学性的治疗途径,还需要多中心、大样本量的随机对照研究来证实。

参 考 文 献

- [1] 刘欣,王秀丽. 术中自体血回输临床应用的研究进展. 临床麻醉学杂志, 2017, 33(8): 818-821.
- [2] 卫新,邢娜,张卫. 英国产科术中自体血回收的发展历程. 临床麻醉学杂志, 2015, 31(6): 614-616.
- [3] Barshtein G, Pries AR, Goldschmidt N, et al. Deformability of transfused red blood cells is a potent determinant of transfusion-induced change in recipient's blood flow. Microcirculation, 2016, 23(7): 479-486.
- [4] Roumelioti ME, Glew RH, Khitan ZJ, et al. Fluid balance concepts in medicine: Principles and practice. World J Nephrol, 2018, 7(1): 1-28.
- [5] Gomez H, Kellum JA. Understanding acid base disorders. Crit Care Clin, 2015, 31(4): 849-860.
- [6] Lowes DA, Webster NR, Murphy MP, et al. Antioxidants that protect mitochondria reduce interleukin-6 and oxidative stress, improve mitochondrial function, and reduce biochemical markers of organ dysfunction in a rat model of acute sepsis. Br J Anaesth, 2013, 110(3): 472-480.
- [7] 张明莉,刘存明,梁萍,等. 钠钾镁钙葡萄糖注射液扩容对术中血糖、电解质和酸碱平衡的影响. 临床麻醉学杂志, 2012, 28(4): 369-371.
- [8] Revin VV, Gromova NV, Revina ES, et al. The effect of experimental hyperoxia on erythrocytes' oxygen-transport function. Biotechnol Bioeng, 2018, 5(8): 1-15.
- [9] Dassios T, Ali K, Rossor T, et al. Using the fetal oxyhaemoglobin dissociation curve to calculate the ventilation/perfusion ratio and right to left shunt in healthy newborn infants. J Clin Monit Comput, 2018, 12(6): 1-2.
- [10] Srinivasan AJ, Kausch K, Inglut C, et al. Estimation of achievable oxygen consumption following transfusion with rejuvenated red blood cells. Semin Thorac Cardiovasc Surg, 2018, 30(2): 134-141.
- [11] Wan J, Forsyth AM, Stone HA. Red blood cell dynamics: from cell deformation to ATP release. Integr Biol, 2011, 3(10): 972-981.

(收稿日期:2018-06-08)