

# 碳酸氢钠林格液在腰硬联合麻醉剖宫产液体治疗中的应用

## ——一项随机对照研究

李静<sup>1,2</sup>, 李肖璇<sup>1</sup>, 史建稳<sup>1</sup>, 梁永新<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>青岛大学附属妇女儿童医院麻醉科, 山东 青岛

<sup>2</sup>淄博市中心医院麻醉科, 山东 淄博

收稿日期: 2024年2月21日; 录用日期: 2024年3月15日; 发布日期: 2024年3月22日

### 摘要

探讨不同容量碳酸氢钠林格液对蛛网膜下腔-硬膜外联合麻醉下剖宫产手术产妇术中血流动力学、产妇血气情况、新生儿Apgar评分及脐静脉血气, 以及术后产妇肠功能恢复、伤口愈合、早期母乳喂养、住院时间及术后其他并发症等方面的影响, 探索碳酸氢钠林格液对产妇循环稳定、内环境的改善是否有利, 是否使产妇在术后快速康复中获益, 以期获得剖宫产手术麻醉中碳酸氢钠林格液合理的液体治疗方案。

### 关键词

碳酸氢钠林格液, 腰硬联合麻醉, 剖宫产, 同步扩容

# Application of Sodium Bicarbonate Ringer's Solution in Liquid Treatment of Cesarean Section under Combined Spinal and Epidural Anesthesia

## —A Randomized Controlled Study

Jing Li<sup>1,2</sup>, Xiaoxuan Li<sup>1</sup>, Jianwen Shi<sup>1</sup>, Yongxin Liang<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Anesthesiology, Affiliated Women and Children Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong

<sup>2</sup>Department of Anesthesiology, Zibo Central Hospital, Zibo Shandong

Received: Feb. 21<sup>st</sup>, 2024; accepted: Mar. 15<sup>th</sup>, 2024; published: Mar. 22<sup>nd</sup>, 2024

\*通讯作者。

文章引用: 李静, 李肖璇, 史建稳, 梁永新. 碳酸氢钠林格液在腰硬联合麻醉剖宫产液体治疗中的应用[J]. 临床医学进展, 2024, 14(3): 1122-1129. DOI: 10.12677/acm.2024.143819

## Abstract

This paper investigates the effects of varying volumes of sodium bicarbonate Ringer's solution on hemodynamics, maternal blood gas status, neonatal Apgar score, and umbilical vein blood gas during cesarean section under subarachnoid-epidural anesthesia. Additionally, we aimed to assess postoperative intestinal function recovery, wound healing, early breastfeeding, length of hospital stay, and other postoperative complications. The objective is to determine whether sodium bicarbonate Ringer's solution contributes to the stable circulation and improved internal environment of parturient women. Furthermore, we seek to evaluate whether parturient women can benefit from rapid recovery after surgery. Ultimately, the goal is to achieve a reasonable fluid treatment plan for the use of sodium bicarbonate Ringer's solution in anesthesia for cesarean section operations.

## Keywords

Sodium Bicarbonate Ringer's Solution, Combined Spinal and Epidural Anesthesia, Cesarean Section, Simultaneous Dilatation

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

妊娠期生理改变较为复杂[1], 择期剖宫产产妇也因术前禁饮食、仰卧位低血压、以及腰硬联合麻醉阻滞交感神经, 扩张外周血管等易致产妇低血压, 术中产妇低血压可使产妇产宫胎盘灌注而导致胎儿氧合受损、胎儿酸中毒、降低 Apgar 评分等, 甚至危及母婴的安全[2], 剖宫产术中循环的稳定至关重要。主要的方法有子宫左倾 30 度(手术床左倾 30 度) [3]、适当的液体治疗[4]及复合升压药物[5]。剖宫产术中液体治疗主要聚焦于晶体液与胶体液, 晶体溶液主要补充细胞外液和电解质, 在血管内半衰期为 20~30 min, 补液过多易致组织水肿。胶体溶液含有大分子量的物质, 其渗透压使溶液主要保留于血管内, 其在血管内半衰期 3~6 h, 扩容效率高、持续时间长、外周水肿轻, 但缺点为价格高、可引起凝血功能障碍或肾功能损害, 还可引发过敏反应。碳酸氢钠林格液作为新一代的晶体液能更好地维持酸碱平衡和血流动力学稳定, 降低相关并发症的发生风险, 其对代谢性酸中毒的纠正作用最为显著[6], 并且能更好地维持血清  $Mg^{2+}$  浓度[7]; 对于椎管内以及其他原因导致机体有效循环血量不足的液体治疗, 具有较好的应用前景, 而其对剖宫产产妇及新生儿的术后康复速度和临床转归是否有利、有效值得探究。

本研究中, 我们通过简单易操作的液体输入计算方法, 评价剖宫产围术期输入不同容量碳酸氢钠林格液对母婴围术期相关并发症和转归的影响, 以确定在实际的临床工作中, 合理应用血管活性药物的基础上, 什么样的容量控制才能使得产妇围术期受益、术中循环更趋于稳定、内环境状态更加优良、胎儿出生评分更加有利、围术期产妇更能快速恢复。

## 2. 方法

### 2.1. 纳入和排除

本研究是一项随机对照研究, 经青岛大学附属妇女儿童医院科研伦理委员会审核通过(批件号: QFELL-KY-2022-12), 随机选取本院 2023 年 4 月至 2023 年 8 月 ASA 分级 I~II 级的择期腰硬联合麻醉

剖宫产 150 例, 纳入标准: 1) ASA 分级 I~II 级; 2) 单胎、足月产妇; 3) 身高 150~175 cm, 体重 50~100 kg, BMI 20 kg/m<sup>2</sup>~40 kg/m<sup>2</sup>; 4) 年龄 20 岁~40 岁。排除标准: 1) 合并心脑血管、呼吸、血液、内分泌、肝肾系统疾病等; 2) 多胎妊娠; 3) 早产(孕龄 < 36 周)或过期妊娠(孕龄 > 42 周); 4) 因产妇自身状况需行全身麻醉或急诊剖宫产; 5) 术中因侵入性胎盘、穿透性胎盘、植入性胎盘等可能引起出血过多, 术中出血量 > 500 mL, Hb < 80 g/L, 出凝血障碍; 6) 手术时间 > 90 min; 7) 发育畸形; 8) 椎管内麻醉禁忌症, 麻醉平面超过 T4 或低于 T6; 9) 术中其他不良事件。

## 2.2. 麻醉与手术

选择择期拟行腰硬联合麻醉下剖宫产患者 150 例, 采用随机数字表法分为 3 组, 每组 50 例, 麻醉开始同步液体治疗[8]。A 组: 产妇麻醉开始时(局麻开始时)至胎儿断脐输入碳酸氢钠林格液 10 mL/kg 的 1/2 量, 胎儿剖出至手术结束输入余 1/2 量; B 组: 产妇麻醉即刻(局麻开始时)至胎儿断脐输入碳酸氢钠林格液 15 mL/kg 的 1/2 量, 胎儿剖出至手术结束输入余 1/2 量; C 组: 产妇麻醉即刻(局麻开始时)至胎儿断脐输入碳酸氢钠林格液 20 mL/kg 的 1/2 量, 胎儿剖出至手术结束输入余 1/2 量。

所有产妇手术之前常规禁饮食 8 小时, 术前不使用任何药物、液体干预。产妇进入手术室以后, 开放上肢静脉通路, 连接心电图、无创血压、指尖脉搏血氧饱和度(测定指尖经皮血氧饱和度), 面罩低流量吸氧。产妇侧卧位, 常规皮肤消毒, 铺无菌洞巾, L3/4 或 L2/3 间隙行硬膜外穿刺, 成功后腰麻针继续穿刺见脑脊液流出顺畅, 头向给 0.5% 罗哌卡因(0.75% 罗哌卡因脑脊液稀释至 0.5% 的罗哌卡因) 12 cm~15 mg (身高 150 cm~160 cm 时 0.5% 罗哌卡因 12 mg~13.5 mg, 身高 160 cm~175 cm 时 0.5% 罗哌卡因 13.5 mg~15 mg, 注药速度 L3/4 间隙约 0.2 mL/s, L2/3 间隙约 0.1 mL/s) 然后退出腰麻针, 硬膜外头向置管 3~5 cm 固定导管。完成后产妇平卧位, 手术床左倾 30° 左右[3], 测试平面控制在 T4~T6 [9], 观察产妇循环指标的变化, 根据 BP 下降情况(收缩压低于基础值的 80% 或收缩压低于 90 mmHg 时)给予升压药去甲肾上腺素[10], 单次静脉注射去甲肾上腺素 8 ug; 若 HR < 60 次/min, 静脉注射阿托品 0.4 mg, 胎儿娩出后常规静脉应用帕洛诺司琼 0.25 mg、地塞米松 5 mg。术后镇痛: 手术结束前 20 min 硬膜外给予吗啡 1.5 mg; 经静脉患者自控镇痛(patient controlled intravenous analgesia, PCIA)——舒芬太尼 1.5 ug/kg + 纳布啡 0.5 mg/kg + 帕洛诺司琼 0.25 mg + 0.9% NS 至 100 mL, 背景输注速度 2 mL/h, 自控药液 2 mL/次, 自控时间锁定 15 min, 术后镇痛维持 48 小时。

## 2.3. 监测指标

产妇指标: 产妇入室后(T0)、仰卧位后(T1)、仰卧位后 5 min (T2)、仰卧位后 10 min (T3)、胎儿娩出(T4)、胎儿娩出后 10 min (T5)、胎儿娩出后 20 min (T6)、入室前(T7)时的 SBP、DBP、MAP、HR、SaO<sub>2</sub>, 低血压发生情况及术中去甲肾上腺素用量, 产妇恶心、呕吐、寒战、VAS 评分、术后排气时间、术后住院时间等情况。

产妇血气指标: 输液前与入室前对比(PH、乳酸、BE、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)。

新生儿指标: 新生儿出生 1 min、5 min 的 Apgar 评分, 脐静脉血 2 mL 行血气分析, 检测 pH 值、氧分压、二氧化碳分压、乳酸、血糖、HB、HCT、BE、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>。

## 2.4. 统计分析

本次研究使用 SPSS 25.0 统计软件(IBM Corporation, Armonk, NY, USA)进行统计学分析, 计量资料以平均值 ± 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示, 不良反应的发生情况以例和百分数表示, 组间比较符合正态分布采用方差分析(ANOVA), 不服从正态分布时采用不等方差假设项下的 Tamhane's T2, 分类变量采用  $\chi^2$  检验或 Dunn 法。P < 0.05 为差异有统计学意义。

### 3. 结果

我们一共收集了青岛市妇女儿童医院 2023 年 4 月 1 日至 2023 年 8 月 31 日期间行择期腰硬联合麻醉下的剖宫产的产妇 155 例，其中 5 例被排除在分析之外：1 例产妇血气分析第二次时由于采样时间较长，无法分析出结果，2 例产妇血气采样肝素润管浓度较高，干扰真实结果(PH7.23, PH7.25)，2 例新生儿血气采样时间较长，无法分析出结果。最终 150 例产妇符合研究条件并进行了数据分析，流程图如图 1 所示。

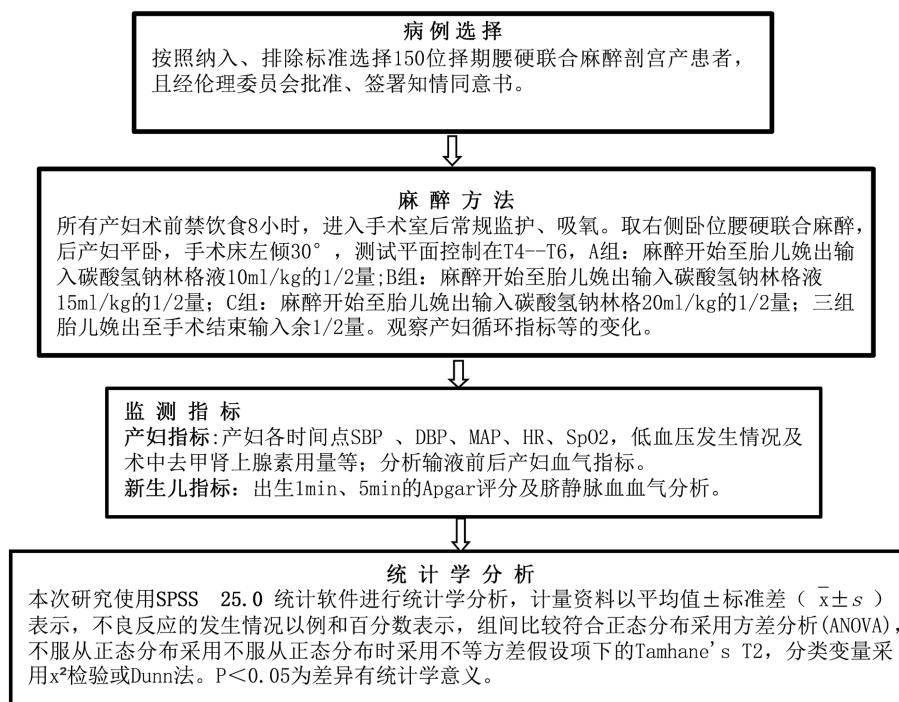


Figure 1. Flowchart

图 1. 流程图

#### 3.1. 一般资料比较

三组产妇一般情况比较如表 1 所示。在基本信息、手术时间、麻醉时间等方面比较无统计学意义( $P > 0.05$ )。

Table 1. General situation

表 1. 一般情况

指标	A 组	B 组	C 组	P 值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$ )	31.14 ± 4.46	31.42 ± 4.38	30.72 ± 4.02	0.714
孕周(周, $\bar{x} \pm s$ )	39.05 ± 1.05	39.30 ± 0.90	39.38 ± 0.82	0.177
BMI (kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )	29.40 ± 3.75	28.69 ± 3.24	28.26 ± 3.34	0.257
手术时间(min, $\bar{x} \pm s$ )	46 ± 10	47 ± 13	45 ± 13	0.514
麻醉时间(min, $\bar{x} \pm s$ )	70 ± 11	70 ± 14	69 ± 13	0.825
出血量(mL, $\bar{x} \pm s$ )	314 ± 41	316 ± 37	315 ± 39	0.975
尿量(mL, $\bar{x} \pm s$ )	109 ± 31	122 ± 49	115 ± 62	0.373
麻醉平面(T, $\bar{x} \pm s$ )	5.24 ± 0.82	5.06 ± 0.79	4.96 ± 0.76	0.203
VAS 评分( $\bar{x} \pm s$ )	2.14 ± 0.73	1.98 ± 0.89	2.04 ± 0.86	0.622

### 3.2. 术中血流动力学比较

三组产妇血流动力学情况如表 2 所示。碳酸氢钠林格液 15 mL/kg 组、20 mL/kg 组的 MAP 在麻醉仰卧后 5 min 至胎儿娩出后 20 min (T2~T6) 5 个时间点的降低较 10 mL/kg 组降低的差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )，产妇在输入碳酸氢钠林格液 15 mL/kg、20 mL/kg 时血流动力学更加平稳。

**Table 2.** Comparison of hemodynamics at different time points

**表 2.** 不同时间点血流动力学比较

指标	组别	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
HR	A	85 ± 11	84 ± 11	85 ± 11	82 ± 14	82 ± 13	80 ± 10	76 ± 10	74 ± 11
	B	89 ± 12	88 ± 10	87 ± 12	83 ± 12	80 ± 14	79 ± 10	79 ± 9	76 ± 9
	C	88 ± 13	86 ± 12	86 ± 12	82 ± 14	82 ± 14	77 ± 14	78 ± 10	77 ± 8
MAP	A	92.4 ± 8.4	87.2 ± 8.0	82.5 ± 8.8	79.3 ± 10.3	84.1 ± 9.3	79.8 ± 9.4	77.1 ± 9.6	81.3 ± 7.9
	B	93.2 ± 8.6	88.4 ± 7.8	86.5 ± 9.8	85.5 ± 9.3	87.5 ± 9.9	82.9 ± 7.2	81.6 ± 7.1	85.8 ± 6.6
	C	92.9 ± 9.0	87.8 ± 9.2	86.4 ± 9.4	84.5 ± 9.9	89.5 ± 10.3	84.4 ± 9.3	83.1 ± 7.8	85.6 ± 6.9

注：T0 为产妇入室后、T1 为仰卧位后、T2 为仰卧位后 5 min、T3 为仰卧位后 10 min、T4 为胎儿娩出、T5 为胎儿娩出后 10 min、T6 为胎儿娩出后 20 min、T7 为入室前。HR 为心率(次/分)，MAP 为平均动脉压(mmHg)。

### 3.3. 三组产妇输液前后动脉血气分析比较

如表 2 所示，三组产妇输液前后动脉血气分析如表 3 所示，在输液前后 PH、乳酸水平呈下降趋势，剩余碱、 $\text{HCO}_3^-$  均有不同程度升高，差异有统计学意义( $P < 0.05$ )，碳酸氢钠林格液的适量输入使得产妇产内环境更趋向于原有生理稳定状态。

**Table 3.** Comparison of blood gas analysis results before and after infusion among three groups of parturients

**表 3.** 三组产妇输液前后血气分析结果比较

时间	组别	PH	乳酸	BE	$\text{HCO}_3^-$
输液前	A	7.40 ± 0.02	1.40 ± 0.31	-3.35 ± 1.64	20.17 ± 1.80
	B	7.41 ± 0.03	1.36 ± 0.29	-2.74 ± 1.92	20.89 ± 2.12
	C	7.42 ± 0.03	1.35 ± 0.30	-2.83 ± 1.97	20.96 ± 2.02
输液后	A	7.38 ± 0.03	1.22 ± 0.27	-3.10 ± 1.38	20.73 ± 1.65
	B	7.40 ± 0.02	1.13 ± 0.19	-2.37 ± 2.11	21.46 ± 2.11
	C	7.39 ± 0.03	1.10 ± 0.21	-1.57 ± 1.55	22.63 ± 1.48

注：乳酸(mmol/L)，BE 为碱剩余(mmol/L)， $\text{HCO}_3^-$  为碳酸氢根(mmol/L)。

### 3.4. 三组产妇去甲肾上腺素用量、低血压发生情况比较

如表 4 所示，三组产妇升压药物去甲肾上腺素使用情况比较，输入碳酸氢钠林格液 15 mL/kg、20 mL/kg 组较 10 mL/kg 组用药量明显减少，差异有统计学意义( $P < 0.05$ )，15 mL/kg 与 20 mL/kg 两组比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ )；三组低血压发生情况 15 mL/kg、20 mL/kg 组较 10 mL/kg 组差异有统计学意义( $P < 0.05$ )，15 mL/kg 组较 20 mL/kg 组差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。

**Table 4.** Comparison of dosage of norepinephrine and occurrence of hypotension among three groups of parturients

**表 4.** 三组产妇去甲肾上腺素用量、低血压发生情况比较

组别	A 组	B 组	C 组
去甲肾上腺素用量(ug)	13.92 ± 10.45	6.40 ± 8.40	4.96 ± 8.06
低血压发生情况[例(%)]	41 (82%)	22 (44%)	17 (34%)

### 3.5. 三组产妇其它不良反应发生情况分析

三组产妇其它不良反应发生情况如表 5 所示, 在恶心、呕吐、寒战、头疼头晕、瘙痒等不良作用的比较上, 三组差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。

**Table 5.** Comparison of occurrence of other adverse reactions among three groups of parturients [example (%)]

**表 5.** 三组产妇其它不良反应发生情况比较[例(%)]

组别	恶心	呕吐	寒战	头疼头晕	瘙痒
A	4 (8)	2 (4)	1 (2)	1 (2)	2 (4)
B	2 (4)	1 (2)	3 (6)	0	1 (2)
C	1 (2)	0	5 (10)	0	1 (2)

### 3.6. 新生儿 Apgar 评分及脐静脉血气分析比较

如表 6 所示, 三组在新生儿出生后 1 min、5 min 的 Apgar 评分及脐静脉血气分析比较无统计学意义( $P < 0.05$ )。

**Table 6.** Comparison of Apgar score and blood gas analysis of umbilical vein in neonates

**表 6.** 新生儿 Apgar 评分及脐静脉血气分析比较

组别	Apgar 评分		PH	乳酸	血糖	HB	HCT	BE	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>2</sub>	PCO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
	1 min	5 min										
A	9.9 ± 0.3	10	7.39 ± 0.22	1.45 ± 0.25	4.79 ± 0.36	14.5 ± 0.7	42 ± 3	-2.4 ± 1.9	22.2 ± 2.4	39 ± 3	37 ± 2	60 ± 3
B	9.9 ± 0.2	10	7.40 ± 0.21	1.42 ± 0.26	4.64 ± 0.35	14.5 ± 0.7	42 ± 3	-2.1 ± 1.5	22.3 ± 1.9	39 ± 3	37 ± 3	60 ± 3
C	10.0 ± 0.2	10	7.40 ± 0.26	1.45 ± 0.22	4.75 ± 0.43	14.3 ± 0.7	42 ± 3	-1.8 ± 1.4	22.8 ± 1.9	39 ± 4	37 ± 2	61 ± 4

注: HB 为血红蛋白(g/dL), HCT 为红细胞压积(%), BE 为碱剩余(mmol/L), HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 为碳酸氢根(mmol/L), PO<sub>2</sub> 为氧分压(mmHg), PCO<sub>2</sub> 为二氧化碳分压(mmHg), SO<sub>2</sub> 为氧饱和度(%).

## 4. 讨论

### 4.1. 剖宫产腰硬联合麻醉

腰硬联合麻醉具有用量较少、起效较为迅速、阻滞效果比较完善、肌肉松弛效果好、静脉可不用或者少用药, 且利于术后镇痛以及能满足特殊患者长时间复杂手术等优点, 已被广泛应用于剖宫产手术中[11]。支配腹腔和盆腔的感觉传入神经与 T5-L1 的交感神经干伴行进入脊髓, 而且有时产科医生会将子宫暴露于腹腔外进行缝合(uterine exteriorization, 部分产科医生经常这样操作, 对麻醉的平面要求更高), 所以麻醉感觉阻滞平面最好控制在 T4~T6 [9], 而平面的高低与血压的变化具有相关性(血压下降的程度与阻滞平面呈正相关, 即麻醉平面越高, 血压下降程度越高), 此时就需要更加恰当的液体治疗及复合适当的血管活性药物[12], 即碳酸氢钠林格液麻醉同步扩容, 复合去甲肾上腺素[10], 麻醉后子宫左倾 30 度(手术床左倾 30 度) [3], 多种方法联合应用, 对于产妇血流动力学的平稳会更加有利。但不同的处理方案下, 对于液体合适容量的把控可能会产生一定偏差。

### 4.2. 同步液体扩容

McDonald 等人的研究中(主要结果是产妇心输出量通过多普勒测量评估脊髓麻醉后的前 20 分钟)得出结论胶体(HES)与晶体(Hartmann)相比没有优势[8], 溶液作为负载多项研究结果显示椎管内麻醉剖宫产产妇术中麻醉同步扩容效果明显[8], 胶体液并不比晶体液相具有更大优势[13]。本实验麻醉同步碳酸氢钠林格液液体扩容治疗, 容量在 15 mL/kg 及以上时产妇血流动力学更加平稳, 内环境状态更加稳定(乳

酸、BE、 $\text{HCO}_3$  更加稳定), 快速康复方面产妇及胎儿是受益的。但产妇短时间内相对较大的液体输入, 也可能引起大量输液造成的产妇容量过剩、循环超负荷, 引起组织水肿甚至急性心脏功能的衰竭等风险, 故术中 15 mL/kg 的液体输入量更为合适。

### 4.3. 不足

首先, 本试验仅选取了健康产妇作为研究对象, 对于伴有妊娠期合并其它疾病, 比如高血压、心肺疾病或其他系统性疾病的产妇, 未列入本研究。其次, 只比较了两组在循环、血气方面的差异, 对于凝血功能、炎症因子等指标没有进行监测比较。此外, 对输注液体进行加温虽然对产妇循环没有影响, 但能提高产妇舒适度, 增加新生儿 1 分钟 Apgar 评分和脐动脉 pH 值。本实验确未进行液体加温, 导致输液量大一点寒战发生率升高。

## 5. 结论

对于择期腰硬联合麻醉下的剖宫产, 产妇麻醉平面控制在 T4~T6 时, 碳酸氢钠林格液麻醉同步共负荷的液体治疗方案中, 三组在母体低血压及由此造成的胎盘低灌注而引发的新生儿的不良反应方面的比较无明显差异, 具有统计学意义的差异在于碳酸氢钠林格液的使用量(15 mL/kg、20 mL/kg 产妇血流动力学更加稳定)。而且碳酸氢钠林格液对于产妇内环境的稳定(PH、乳酸、BE、 $\text{HCO}_3$  等)是有利的, 更加趋向于生理状态, 对于产妇胃肠道功能恢复以及产妇的快速康复是有效、有利的。

## 基金项目

本研究课题为中国初级卫生保健基金会临床科研专项资助课题。

## 参考文献

- [1] Ouzounian, J.G. and Elkayam, U. (2012) Physiologic Changes during Normal Pregnancy and Delivery. *Cardiology Clinics*, **30**, 317-329. <https://doi.org/10.1016/j.ccl.2012.05.004>
- [2] Maayan-Metzger, A., Schushan-Eisen, I., Todris, L., Etchin, A. and Kuint, J. (2010) Maternal Hypotension during Elective Cesarean Section and Short-Term Neonatal Outcome. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, **202**, 56.e1-56.e5. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2009.07.012>
- [3] Liu, T.Y., Zou, S.Y., Guo, L.L., et al. (2021) Effect of Different Positions during Surgical Preparation with Combined Spinal-Epidural Anesthesia for Elective Cesarean Delivery: A Randomized Controlled Trial. *Anesthesia & Analgesia*, **133**, 1235-1243. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000005320>
- [4] Chooi, C., Cox, J.J., Lumb, R.S., Middleton, P., Chemali, M., Emmett, R.S., Simmons, S.W. and Cyna, A.M. (2020) Techniques for Preventing Hypotension during Spinal Anaesthesia for Caesarean Section. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD002251.pub4>
- [5] Loubert, C. (2012) Fluid and Vasopressor Management for Cesarean Delivery under Spinal Anesthesia: Continuing Professional Development. *Canadian Journal of Anesthesia*, **59**, 604-619. <https://doi.org/10.1007/s12630-012-9705-9>
- [6] Satoh, K., Ohtawa, M., Katoh, M., et al. (2005) Pharmacological Study of BRS, a New Bicarbonated Ringer's Solution, in Haemorrhagic Shock Dogs. *European Journal of Anaesthesiology*, **22**, 703-711. <https://doi.org/10.1017/S026502150500116X>
- [7] 中山雅康. 長時間開腹術時の術中輸液としての重碳酸リンゲル液の有用性[J]. 麻酔, 2007, 56(7): 1334-1338.
- [8] Mercier, F.J. (2011) Fluid Loading for Cesarean Delivery under Spinal Anesthesia: Have We Studied All the Options? *Anesthesia & Analgesia*, **113**, 677-680. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e3182245af4>
- [9] YP, L. (2016) Why Should We Target T4 Levels for Neuraxial Anesthesia in Cesarean Delivery? *Journal of No Pain Labor & Delivery—Global Health Initiative*, **3**.
- [10] Wang, X., Shen, X., Liu, S., Yang, J. and Xu, S. (2018) The Efficacy and Safety of Norepinephrine and Its Feasibility as a Replacement for Phenylephrine to Manage Maternal Hypotension during Elective Cesarean Delivery under Spinal Anesthesia. *BioMed Research International*, **2018**, Article ID: 1869189. <https://doi.org/10.1155/2018/1869189>

- 
- [11] 杨军良, 张立生. 产科麻醉管理的国际流行趋势——剖宫产术: 麻、硬膜外还是腰硬联合麻醉[J]. 国际麻醉学与复苏杂志, 2013(11): 289-292.
- [12] Mercier, F.J., Bonnet, M.P., De la Dorie, A., Moufouki, M., Banu, F., Hanaf, A., Édouard, D. and Roger-Christoph, S. (2007) Rachianesthésie pour césarienne: remplissage, vasopresseurs et hypotension. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation*, **26**, 688-693. <https://doi.org/10.1016/j.annfar.2007.05.003>
- [13] 侯振环, 沈启云, 李树人. 晶体与胶体液用于剖宫产腰麻前预扩容效果的比较[J]. 首都医院临床药学, 2008(13): 36-37.