

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2024.05.021

急性高容量血液稀释联合控制性低中心静脉压对脊柱后路手术患者炎症免疫调节及血液保护作用研究*

朱 魏 臧 婷 薄新华 孙玉娥 张 伟

(南京鼓楼医院麻醉手术科 江苏 南京 210008)

摘要 目的: 探讨急性高容量血液稀释(AHH)联合控制性低中心静脉压(CLCVP)对脊柱后路手术患者炎症、免疫调节、血液保护的作用。**方法:** 选择 2020 年 1 月至 2022 年 12 月于南京鼓楼医院行脊柱后路手术的 120 例患者作为研究对象,根据随机数字表法分为对照组、AHH 组、AHH+CLCVP 组,每组各 40 例。对照组给予乳酸钠林格氏液血液稀释,AHH 组给予 AHH 血液管理,AHH+CLCVP 组给予 AHH 联合 CLCVP 血液管理。比较三组围术期指标、血流动力学指标、炎症因子指标、免疫功能指标的变化情况。**结果:** AHH+CLCVP 组术中出血量、悬浮红细胞输注量低于 AHH 组和对照组($P<0.05$),AHH 组术中出血量、悬浮红细胞输注量低于对照组($P<0.05$)。与 T_1 时间点相比,三组心率(HR)于手术开始后 60 min(T_2)~术毕(T_3)先升高后降低($P<0.05$),平均动脉压(MAP)先降低后升高($P<0.05$),对照组和 AHH 组中心静脉压(CVP)于 T_2 ~ T_3 先升高后降低($P<0.05$),AHH+CLCVP 组 T_0 ~ T_3 CVP 保持稳定水平($P>0.05$)。AHH+CLCVP 组 T_2 ~ T_3 HR 低于 AHH 组和对照组($P<0.05$),MAP 高于 AHH 组和对照组($P<0.05$),CVP 低于 AHH 组和对照组($P<0.05$),AHH 组 T_2 ~ T_3 HR 低于对照组($P<0.05$),MAP 高于对照组($P<0.05$)。与 T_1 时间相比,三组血清降钙素原(PCT)、C 反应蛋白(CRP)、白细胞介素-6(IL-6)水平、外周血 CD8⁺ 于 T_2 ~术毕(T_4)先升高后降低($P<0.05$),外周血 CD3⁺、CD4⁺、CD4⁺/CD8⁺ 于 T_2 ~ T_4 先降低后升高($P<0.05$)。AHH+CLCVP 组 T_2 ~ T_4 血清 PCT、CRP、IL-6 水平、外周血 CD8⁺ 低于 AHH 组和对照组($P<0.05$),外周血 CD3⁺、CD4⁺、CD4⁺/CD8⁺ 高于 AHH 组和对照组($P<0.05$),AHH 组 T_2 ~ T_4 血清 PCT、CRP、IL-6 水平、外周血 CD8⁺ 低于对照组($P<0.05$),外周血 CD3⁺、CD4⁺、CD4⁺/CD8⁺ 高于对照组($P<0.05$)。**结论:** AHH 联合 CLCVP 可稳定脊柱后路手术患者血流动力学,减少术中出血量和输血量,降低炎症反应,提高免疫功能。

关键词: 脊柱后路手术;急性高容量血液稀释;控制性低中心静脉压;炎症反应;免疫功能;血流动力学

中图分类号:R681.5;R614 文献标识码:A 文章编号:1673-6273(2024)05-919-06

Study on the Effect of Acute Hypervolemic Hemodilution Combined with Control Low Central Venous Pressure on Inflammatory Immune Regulation and Blood Protection in Patients Undergoing Posterior Spinal Operation*

ZHU Wei, ZANG Ting, BO Jin-hua, SUN Yu-e, ZHANG Wei

(Department of Anesthesia Surgery, Nanjing Drum Tower Hospital, Nanjing, Jiangsu, 210008, China)

ABSTRACT Objective: To investigate the effects of acute hypervolemic hemodilution (AHH) combined with control low central venous pressure (CLCVP) on inflammation, immune regulation and blood protection in patients undergoing posterior spinal operation. **Methods:** 120 patients who were underwent posterior spinal operation in Nanjing Drum Tower Hospital from January 2020 to December 2022 were selected as the research objects, patients were divided into control group, AHH group and AHH+CLCVP group according to the random number table method, with 40 cases in each group. Control group was given lactated Ringer's solution hemodilution, AHH group was given AHH blood management, and AHH+CLCVP group was given AHH combine with CLCVP blood management. The changes of perioperative indexes, hemodynamic indexes, inflammatory factors indexes and immune function indexes were compared in three groups. **Results:** The intraoperative blood loss and suspended red blood cell transfusion volume in AHH+CLCVP group were lower than those in AHH group and control group ($P<0.05$), the intraoperative blood loss and suspended red blood cell transfusion volume in AHH group were lower than those in control group ($P<0.05$). Compared with T_1 time point, the heart rate (HR) in three groups increased first and then decreased at 60 min after the start of operation (T_2)~the end of operation (T_3) ($P<0.05$), and the mean arterial pressure (MAP) decreased first and then increased ($P<0.05$), the central venous pressure (CVP) in control group and AHH group increased first and then decreased at T_2 ~ T_3 ($P<0.05$), and the CVP in AHH+CLCVP group remained stable at T_0 ~ T_3 ($P>0.05$). HR in AHH+CLCVP group was lower than that in AHH group and control group at T_2 ~ T_3 ($P<0.05$), MAP was higher than that in AHH group and control group ($P<0.05$), CVP was lower than that in AHH group and control group ($P<0.05$), HR in AHH group was lower than that in control group at T_2 ~ T_3 ($P<0.05$), MAP was higher than that in control group ($P<0.05$). Compared with T_1 time, the levels of serum

* 基金项目:国家自然科学基金项目(81701102)

作者简介:朱魏(1981-),男,硕士,主治医师,研究方向:血液保护、疼痛诊疗,E-mail: zhuweinjinglyy@163.com

(收稿日期:2023-09-28 接受日期:2023-10-23)

procalcitonin (PCT), C-reactive protein (CRP) and interleukin-6 (IL-6) in three groups, peripheral blood CD8⁺ increased first and then decreased at T₂~24h after operation (T₄) ($P<0.05$), peripheral blood CD3⁺, CD4⁺, CD4⁺/CD8⁺ decreased first and then increased at T₂~T₄ ($P<0.05$). The levels of serum PCT, CRP, IL-6 and peripheral blood CD8⁺ in AHH+CLCVP group were lower than those in AHH group and control group at T₂~T₄ ($P<0.05$), and the levels of peripheral blood CD3⁺, CD4⁺ and CD4⁺/CD8⁺ were higher than those in AHH group and control group ($P<0.05$), the levels of serum PCT, CRP, IL-6 and peripheral blood CD8⁺ in AHH group were lower than those in control group at T₂~T₄ ($P<0.05$), and the levels of peripheral blood CD3⁺, CD4⁺ and CD4⁺/CD8⁺ were higher than those in control group ($P<0.05$). **Conclusion:** AHH combined with CLCVP can stabilize hemodynamics, reduce intraoperative blood loss and blood transfusion, reduce inflammatory response and improve immune function in patients undergoing posterior spinal operation.

Key words: Posterior spinal operation; Acute hypervolemic hemodilution; Control low central venous pressure; Inflammatory response; Immune function; Hemodynamics

Chinese Library Classification(CLC): R681.5; R614 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2024)05-919-06

前言

脊柱后路手术是治疗脊柱创伤、退变型疾病(包括椎间盘突出、椎管狭窄、椎体滑脱)、脊柱畸形等常用的手术方法,随着人口老龄化进程加快,脊柱后路手术数量不断增加,即使近年来脊柱后路手术技术不断发展,但是此类手术仍存在患者术中出血多,增加异体输血和延迟出院风险等问题^[1,2]。急性高容量血液稀释(AHH)是围术期血液保护的常用措施,能在短时间内迅速增加血容量,有效控制手术引起的出血,减少对异体输血的需求^[3],在脊柱后路手术中的应用具有一定疗效,可改善患者血流动力学^[4],但是 AHH 可能导致红细胞压积(Hct)下降和血液循环容量负荷增加,引起缺氧性损害,影响心功能^[5]。控制性低中心静脉压(CLCVP)是一种采用扩血管药物调控中心静脉压(CVP)的血液保护技术,可减少脊柱后路手术患者术中出血量,具有较好的疗效^[6]。相关研究显示,AHH 联合 CLCVP 可适度扩张血管容量,减少术中出血和输血量^[7,8]。目前关于 AHH 联合 CLCVP 技术在脊柱后路手术的应用尚无报道。本研究拟探讨 AHH 联合 CLCVP 在脊柱后路手术的应用效果,旨在为临床治疗方案的选择提供参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选取 2020 年 1 月至 2022 年 12 月于南京鼓楼医院行脊柱后路手术的 120 例患者作为研究对象。纳入标准:(1)行腰椎后路椎间融合内固定术;(2)首次手术;(3)单侧、单节段病变;(4)美国麻醉医师协会(ASA)分级 I~III 级;(5)血红蛋白 ≥ 110 g/L, Hct $\geq 35\%$;(6)患者或其家属知情同意,签署同意书。排除标准:(1)年龄 18 岁以下及年龄 80 岁以上患者;(2)心、肺、脑、肝、肾等重要器官功能障碍;(3)恶性肿瘤、既往脊柱手术、凝血功能障碍、活动性传染病、严重运动障碍;(4)接受抗凝剂或抗血小板药物或任何影响凝血的药物;(5)术前存在下肢静脉血栓;(6)内分泌紊乱以及水、电解质、酸碱平衡紊乱。根据随机数字表法将患者分为对照组、AHH 组、AHH+CLCVP 组,每组各 40 例。对照组男 23 例,女 17 例;年龄 50~72 岁,平均(57.32 $\pm$ 5.35)岁;ASA 分级: I 级 7 例, II 级 17 例, III 级 16 例;受伤至手术时间 3~7 d, 平均(5.12 $\pm$ 1.06)d;疾病类型:腰椎管狭窄 20 例、腰椎间盘突出 11 例、腰椎管滑脱症 9 例;减压节段: L4-5/25

例, L5-S1/15 例。AHH 组男 29 例,女 11 例;年龄 51~73 岁,平均(57.75 $\pm$ 5.92)岁;ASA 分级: I 级 10 例, II 级 19 例, III 级 11 例;受伤至手术时间 3~6 d, 平均(5.02 $\pm$ 1.13)d;疾病类型:腰椎管狭窄 22 例、腰椎间盘突出 12 例、腰椎管滑脱症 6 例;减压节段: L4-5/26 例, L5-S1/14 例。AHH+CLCVP 组男 25 例,女 15 例;年龄 49~75 岁,平均(58.21 $\pm$ 5.09)岁;ASA 分级: I 级 8 例, II 级 18 例, III 级 14 例;受伤至手术时间 3~8 d, 平均(5.09 $\pm$ 1.12)d;疾病类型:腰椎管狭窄 21 例、腰椎间盘突出 11 例、腰椎管滑脱症 8 例;减压节段: L4-5/25 例, L5-S1/15 例。三组年龄、性别、ASA 分级、受伤至手术时间、疾病类型、减压节段比较差异无统计学意义($P>0.05$)。本研究已获得南京鼓楼医院医学伦理委员会批准。

1.2 方法

三组患者术前 8 h 禁食, 4 h 禁饮, 入室后面罩吸氧, 开放外周静脉通道, 连接心电监护仪和脑电双频指数监测仪监测呼吸、心率(HR)、脉搏氧和脑电双频指数(BIS), 局麻下行桡动脉穿刺置管监测平均动脉压(MAP), 右颈内静脉穿刺置管检测 CVP。麻醉诱导: 宜昌人福药业有限责任公司生产的枸橼酸芬太尼注射液(国药准字 H20003688, 规格: 0.5 mg/10 mL) 4 μ g/kg、江苏恩华药业集团有限公司生产的咪达唑仑注射液(国药准字 H20031037, 规格: 2 mL:2 mg) 0.05 mg/kg、浙江仙琚制药股份有限公司生产的注射用维库溴铵(国药准字 H19991172, 规格: 4 mg) 0.6 mg/kg、北京费森尤斯卡比医药有限公司生产的丙泊酚乳状注射液(国药准字 HJ20170813, 规格 50 mL:1 g) 1.5~2.0 mg/kg, 经口气管插管连接麻醉呼吸机, 采用间歇正压通气模式, 潮气量 8-10 mL/kg, 呼吸速率 12 bpm, 呼气末二氧化碳分压 30-40 mmHg, 呼吸比 1:2。麻醉维持: 江苏恒瑞医药股份有限公司生产的注射用苯磺顺阿曲库铵[国药准字 H20060869, 规格: 10 mg(按 C₃₃H₇₂N₂O₁₂ 计)] 1 μ g/(kg $\cdot$ min)、江苏恩华药业股份有限公司生产的注射用盐酸瑞芬太尼[国药准字 H20143314, 规格: 1 mg(按 C₂₀H₂₈N₂O₅ 计)] 0.1 μ g/(kg $\cdot$ min)、丙泊酚乳状注射液 8 mg/(kg $\cdot$ min), BIS 控制在 50 左右。对照组: 麻醉诱导后 10 min, 常规 6-8 mL/min 输入山东威高药业股份有限公司生产的乳酸钠林格氏液(国药准字 H20044239, 规格: 500 mL) 15 mL/kg, AHH 组: 患者麻醉诱导平稳后, 输注 6% 费森尤斯卡比投资有限公司生产的羟乙基淀粉 130/0.4 氯化钠注射液(国药准字 H20103246, 规格: 500 mL:30 g 羟乙基淀粉

130/0.4 与 4.5 g 氯化钠)15 mL/kg, 输注速度 30 mL/min, 使血容量增加约 20%。AHH+CLCVP 组: 在 AHH 组的基础上增加 CLCVP, CLCVP 方法: 北京益民制药有限公司生产的微量泵泵注硝酸甘油注射液(国药准字 H11020289, 规格: 1 mL:5 mg), 泵速 $1 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, 根据 CVP 调整泵注速度, 控制 $\text{CVP} \leq 5 \text{ cmH}_2\text{O}$, 手术结束时停用硝酸甘油。所有患者术中加强体温监测, 使用保温毯体温保护, 术中尿量 $\geq 1 \text{ mL}/(\text{kg} \cdot \text{h})$, $\text{MAP} < 60 \text{ mmHg}$ 时, 给予 $10 \sim 30 \mu\text{g}$ 去甲肾上腺素静脉注射。羧基乙淀粉补充术中失血量, 乳酸钠林格氏液补充机械通气丢失液体、尿量与术野蒸发液体, 若术中 $\text{Hct} < 25\%$ 或 $\text{Hb} < 70 \text{ g/L}$ 或出血量 $> 800 \text{ mL}$ 时输注同型异体血。

1.3 观察指标

1.3.1 围术期指标 观察三组术中悬浮红细胞输注量、手术时间、术中出血量。

1.3.2 血流动力学指标 术中出血量采用纱布称重法和引流瓶中血量计算。分别于麻醉诱导后 10 min (T_0)、手术开始前 (T_1)、手术开始后 60 min (T_2)、术毕 (T_3) 观察 HR、MAP、CVP。

1.3.3 炎症因子指标 分别于 $T_0 \sim T_3$ 、术后 24 h (T_4) 采集患者静脉血 3 mL 注入无抗凝剂的干燥试管, 待血液凝固后取上层液离心 (3000 rpm, 半径 10 cm, 时间 5 min) 后获得血清。采用深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司生产的 CL-2200i 全自动化学发光免疫分析仪测定降钙素原 (PCT) 水平; 采用日本日立公

司生产的 7600 全自动生化分析仪测定 C 反应蛋白 (CRP) 水平; 采用酶联免疫吸附法测定白细胞介素 -6 (IL-6) 水平, 试剂盒购自武汉益普生物科技有限公司。

1.3.4 免疫功能指标 分别于 $T_0 \sim T_4$ 采集外周静脉血 2 mL 注入肝素抗凝试管混匀, 加入 CD3-PE/CD4-FITC、CD3-PE/CD8-FITC 抗体(北京四正柏生物科技有限公司), 经避光孵育, 红细胞裂解、洗涤、重悬后。采用 Attune NxT 流式细胞仪(美国赛默飞世尔科技公司)检测 $\text{CD}3^+$ 、 $\text{CD}4^+$ 、 $\text{CD}8^+$, 计算 $\text{CD}4^+/\text{CD}8^+$ 。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 25.0 软件进行统计分析。正态分布的计量资料表示为平均值 $\pm$ 标准差, 多组间比较采用单因素方差分析(组间两两比较采用 LSD-t 检验), 不同时间点重复测量数据采用重复测量方差分析。计数资料以例 (%) 表示, 使用 χ^2 检验。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 围术期指标比较

AHH 组术中出血量、悬浮红细胞输注量低于对照组 ($P < 0.05$), AHH+CLCVP 组术中出血量、悬浮红细胞输注量低于 AHH 组和对照组 ($P < 0.05$), 三组手术时间比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 1。

表 1 围术期指标比较 ($\bar{x} \pm s$)
Table 1 Comparison of perioperative indexes ($\bar{x} \pm s$)

Groups	n	Operation time(min)	Intraoperative blood loss (mL)	Suspended red blood cell transfusion volume(mL)
Control group	40	223.05 $\pm$ 35.19	812.30 $\pm$ 35.16	610.32 $\pm$ 25.49
AHH group	40	219.32 $\pm$ 28.34	653.26 $\pm$ 42.72 ^a	379.12 $\pm$ 21.38 ^a
AHH+CLCVP group	40	215.35 $\pm$ 21.06	532.16 $\pm$ 43.57 ^{ab}	302.12 $\pm$ 16.87 ^{ab}
<i>F</i>		0.716	477.612	218.846
<i>P</i>		0.491	0.000	0.000

Note: Compare with control group, ^a $P < 0.05$. Compare with AHH group, ^b $P < 0.05$.

2.2 血流动力学指标比较

三组 HR、MAP、CVP 组间比较差异具有统计学意义 ($P < 0.05$)。三组 $T_0 \sim T_1$ HR、MAP、CVP 比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。与 T_1 时间点相比, $T_2 \sim T_3$ HR 先升高后降低 ($P < 0.05$), MAP 先降低后升高 ($P < 0.05$), 与 T_1 时间点相比, 对照组和 AHH 组 CVP 于 $T_2 \sim T_3$ 先升高后降低 ($P < 0.05$), AHH+CLCVP 组 $T_0 \sim T_3$ CVP 保持稳定水平 ($P > 0.05$)。AHH+CLCVP 组 $T_2 \sim T_3$ HR 低于 AHH 组和对照组 ($P < 0.05$), MAP 高于 AHH 组和对照组 ($P < 0.05$), CVP 低于 AHH 组和对照组 ($P < 0.05$); AHH 组 $T_2 \sim T_3$ HR 低于对照组 ($P < 0.05$), MAP 高于对照组 ($P < 0.05$), CVP 与对照组比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 2。

2.3 炎症因子指标比较

三组血清 PCT、CRP、IL-6 水平组间比较差异具有统计学意义 ($P < 0.05$)。三组 $T_0 \sim T_1$ 血清 PCT、CRP、IL-6 水平比较差

异无统计学意义 ($P > 0.05$)。与 T_1 时间点相比, PCT、CRP、IL-6 水平于 $T_2 \sim T_4$ 先升高后降低 ($P < 0.05$)。AHH+CLCVP 组 $T_2 \sim T_4$ 血清 PCT、CRP、IL-6 水平低于 AHH 组和对照组 ($P < 0.05$), AHH 组 $T_2 \sim T_4$ 血清 PCT、CRP、IL-6 水平低于对照组 ($P < 0.05$), 见表 3。

2.4 免疫功能指标比较

三组外周血 $\text{CD}3^+$ 、 $\text{CD}4^+$ 、 $\text{CD}8^+$ 、 $\text{CD}4^+/\text{CD}8^+$ 组间比较差异具有统计学意义 ($P < 0.05$)。三组 $T_0 \sim T_1$ 外周血 $\text{CD}3^+$ 、 $\text{CD}4^+$ 、 $\text{CD}8^+$ 、 $\text{CD}4^+/\text{CD}8^+$ 比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。与 T_1 时间点相比, 外周血 $\text{CD}3^+$ 、 $\text{CD}4^+$ 、 $\text{CD}4^+/\text{CD}8^+$ 于 $T_2 \sim T_4$ 先降低后升高 ($P < 0.05$), $\text{CD}8^+$ 于 $T_2 \sim T_4$ 先升高后降低 ($P < 0.05$)。AHH+CLCVP 组 $T_2 \sim T_4$ 外周血 $\text{CD}3^+$ 、 $\text{CD}4^+$ 、 $\text{CD}4^+/\text{CD}8^+$ 高于 AHH 组和对照组 ($P < 0.05$), $\text{CD}8^+$ 低于 AHH 组和对照组 ($P < 0.05$); AHH 组 $T_2 \sim T_4$ 外周血 $\text{CD}3^+$ 、 $\text{CD}4^+$ 、 $\text{CD}4^+/\text{CD}8^+$ 高于对照组 ($P < 0.05$), $\text{CD}8^+$ 低于对照组 ($P < 0.05$), 见表 4。

表 2 血流动力学指标比较($\bar{x} \pm s$)
Table 2 Comparison of hemodynamic indexes($\bar{x} \pm s$)

Groups	Time	HR(times/min)	MAP(mmHg)	CVP(cmH ₂ O)
Control group(n=40)	T ₀	68.12±5.23	82.35±3.09	5.02±1.01
	T ₁	70.53±6.72	83.32±5.32	5.07±1.25
	T ₂	82.32±9.13 ^{cd}	72.35±6.03 ^{cd}	6.32±1.19 ^{cd}
	T ₃	77.16±8.57 ^{ode}	75.12±8.09 ^{ode}	5.51±1.09 ^{ode}
AHH group(n=40)	T ₀	69.02±6.41	82.41±3.77	5.05±1.02
	T ₁	70.32±5.13	83.16±6.49	5.09±1.16
	T ₂	77.35±8.49 ^{acd}	77.35±2.34 ^{acd}	6.55±1.06 ^{cd}
	T ₃	73.65±6.43 ^{acde}	79.25±2.43 ^{acd}	5.52±1.21 ^{cde}
AHH+CLCVP group(n=40)	T ₀	68.55±6.01	82.69±4.12	5.01±0.93
	T ₁	69.12±5.43	83.05±4.08	4.72±0.26
	T ₂	72.30±8.11 ^{abcd}	81.32±3.43 ^{abcd}	4.66±0.27 ^{abd}
	T ₃	70.32±4.32 ^{abcde}	82.91±3.53 ^{abcde}	4.51±0.31 ^{abcde}
Spherical test	HF coefficient	0.8356	0.9035	0.7984
Interblock F, P		53.265,0.000	61.498,0.000	35.192,0.000
Time F, P		42.085,0.000	50.484,0.000	19.354,0.000
Interactive F, P		19.352,0.000	21.352,0.000	8.432,0.000

Note: Compare with control group at the same time point, ^a $P < 0.05$. Compare with AHH group at the same time point, ^b $P < 0.05$. Compare with same group T₀, ^c $P < 0.05$. Compare with same group T₁, ^d $P < 0.05$. Compare with same group T₂, ^e $P < 0.05$.

表 3 炎症因子指标比较($\bar{x} \pm s$)
Table 3 Comparison of inflammatory factors indexes($\bar{x} \pm s$)

Groups	Time	PCT(ng/mL)	CRP(mg/L)	IL-6(pg/mL)
Control group(n=40)	T ₀	0.05±0.01	3.21±1.32	2.12±0.33
	T ₁	0.06±0.01	3.29±1.35	2.27±0.63
	T ₂	0.22±0.02 ^{cd}	7.83±2.65 ^{cd}	24.35±6.59 ^{cd}
	T ₃	0.30±0.03 ^{cde}	13.32±3.65 ^{cde}	26.35±8.17 ^{cde}
	T ₄	0.25±0.03 ^{cdef}	10.05±2.42 ^{cdef}	21.58±5.15 ^{cdef}
AHH group(n=40)	T ₀	0.05±0.02	3.20±1.35	2.13±0.31
	T ₁	0.06±0.02	3.27±1.37	2.23±0.54
	T ₂	0.16±0.04 ^{acd}	5.32±1.53 ^{acd}	18.32±4.19 ^{acd}
	T ₃	0.21±0.05 ^{acde}	9.35±2.47 ^{acde}	21.35±5.27 ^{acde}
	T ₄	0.18±0.03 ^{acdef}	7.21±2.02 ^{acdef}	17.32±3.49 ^{acdef}
AHH+CLCVP group(n=40)	T ₀	0.05±0.02	3.21±1.27	2.10±0.39
	T ₁	0.06±0.03	3.25±1.32	2.20±0.51
	T ₂	0.12±0.03 ^{abcd}	4.62±1.02 ^{abcd}	15.32±3.25 ^{abcd}
	T ₃	0.16±0.04 ^{abcde}	7.12±4.32 ^{abcde}	17.22±4.31 ^{abcde}
	T ₄	0.12±0.03 ^{abcdef}	5.20±1.32 ^{abcdef}	14.24±3.02 ^{abcdef}
Spherical test	HF coefficient	0.8943	0.9043	0.7856
Interblock F, P		105.326,0.000	92.351,0.000	137.182,0.000
Time F, P		82.341,0.000	92.165,0.000	101.432,0.000
Interactive F, P		53.084,0.000	77.154,0.000	83.152,0.000

Note: Compare with control group at the same time point, ^a $P < 0.05$. Compare with AHH group at the same time point, ^b $P < 0.05$. Compare with T₀ in group, ^c $P < 0.05$. Compare with same group T₁, ^d $P < 0.05$. Compare with same group T₂, ^e $P < 0.05$. Compare with same group T₃, ^f $P < 0.05$.

表 4 免疫功能指标比较($\bar{x} \pm s$)
Table 4 Comparison of immune function indexes($\bar{x} \pm s$)

Groups	Time	CD3 ⁺ (%)	CD4 ⁺ (%)	CD8 ⁺ (%)	CD4 ⁺ /CD8 ⁺
Control group(n=40)	T ₀	66.35±7.19	53.65±6.09	34.15±6.09	1.57±0.23
	T ₁	65.19±6.71	52.91±5.71	35.12±7.16	1.52±0.21
	T ₂	52.35±4.81 ^c	32.51±4.08 ^c	43.21±5.84 ^c	0.72±0.16 ^c
	T ₃	45.32±3.08 ^{cd}	26.32±3.08 ^{cd}	49.75±8.12 ^{cd}	0.53±0.13 ^{cd}
	T ₄	47.91±4.26 ^{cd}	28.12±2.34 ^{cd}	46.27±7.35 ^{cd}	0.67±0.12 ^{cd}
AHH group(n=40)	T ₀	66.39±7.28	53.71±6.28	34.19±6.28	1.57±0.25
	T ₁	65.33±6.28	53.02±5.17	34.62±7.08	1.53±0.21
	T ₂	56.12±6.09 ^{acd}	42.31±6.53 ^{acd}	40.31±6.81 ^{acd}	1.05±0.20 ^{acd}
	T ₃	52.03±5.09 ^{acd}	37.35±5.07 ^{acd}	45.68±5.21 ^{acd}	0.82±0.18 ^{acd}
	T ₄	55.32±6.13 ^{acdf}	39.92±5.41 ^{acdf}	43.94±5.21 ^{acdf}	0.91±0.15 ^{acdf}
AHH+CLCVP group (n=40)	T ₀	66.40±7.35	53.71±6.28	34.25±6.28	1.57±0.26
	T ₁	65.56±7.21	53.24±6.19	34.01±6.02	1.53±0.24
	T ₂	60.21±6.38 ^{abcd}	48.35±5.12 ^{abcd}	36.85±6.21 ^{abc}	1.33±0.22 ^{abcd}
	T ₃	55.12±5.06 ^{abcd}	43.02±4.09 ^{abcd}	42.79±8.47 ^{abcd}	1.07±0.20 ^{abcd}
	T ₄	58.34±6.32 ^{abcdf}	45.45±5.09 ^{abcdf}	39.67±6.01 ^{abcdf}	1.18±0.21 ^{abcdf}
Spherical test	HF coefficient	0.9065	0.8813	0.8439	0.7935
Interblock F, P		108.326,0.000	152.346,0.000	119.074,0.000	95.042,0.000
Time F, P		72.952,0.000	83.265,0.000	77.280,0.000	62.317,0.000
Interactive F, P		50.443,0.000	61.245,0.000	55.462,0.000	42.065,0.000

Note: Compare with control group at the same time point, ^a*P*<0.05. Compare with AHH group at the same time point, ^b*P*<0.05. Compare with T₀ in group, ^c*P*<0.05. Compare with same group T₁, ^d*P*<0.05. Compare with same group T₂, ^e*P*<0.05. Compare with same group T₃, ^f*P*<0.05.

3 讨论

脊柱后路术中急性失血过多可引起外周循环衰竭、凝血功能障碍、多器官功能衰竭以及失血性休克等严重并发症^[9-11]。此外失血过多还可能引起免疫功能抑制,增加感染或症状性血肿发生风险,若血肿压迫神经,需要紧急再手术,增加手术时间和并发症发生风险^[12,13]。维持血容量并尽量减少失血量有助于稳定患者稳定的血流动力学,为手术医生提供清晰的手术视野,缩短手术时间,继而减少出血量和对血液制品的需求,是脊柱后路手术围术期血液管理的关键^[14]。

AHH是指在一段时间内快速输注一定剂量的胶体液或结晶液,可增加循环血容量,使有效血液成分浓度降低,减少术中有效血液成分的流失,降低输血需求^[15,16]。AHH还可增加机体有效循环血量,降低因麻醉后血管扩张引起的血流动力学波动,获得更稳定的循环功能^[16]。刘震等人^[17]报道也指出AHH可改善老年骨科手术患者围术期血液流变学状态,徐润生^[18]研究同样显示AHH较急性等容血液稀释术中出血量及输血量更低。CLCVP是一种便捷可有效减少术中出血量和输血量的技术,通过扩血管药物降低CVP进而可降低循环管腔的压力,减少手术过程中因组织或器官损伤、破裂时的出血量,保护脏器功能,并降低手术并发症^[19,20]。多项研究证实肝切除术中保持较低的CVP,可降低肝静脉压,从而有效减少术中出血量和输血,

降低手术风险^[21-23]。本研究结果显示,AHH联合CLCVP更有助于减少术中出血量,降低输血风险,并能稳定血流动力学,具有更显著的血液保护作用。盛博等^[24]指出在右半肝切除术中应用CLCVP可减少其红细胞用量及出血量,张岳农等^[25]报道指出肝实质横断时,每横断面积的失血量随CVP的降低而减少,验证了CLCVP的血液保护作用。分析原因为:首先,AHH可维持术中较高的血容量,减少有效血液成分的流失,同时保持较低CVP可降低静脉压力,减小血管壁压差和血管半径,从而显著减少术中出血量^[20]。另外,AHH联合CLCVP应用即可保证术中充足的血容量,又可避免容量负荷导致的循环阻力增加,更有助于血流动力学稳定。本研究结果显示,AHH+CLCVP组血清PCT、CRP、IL-6水平、外周血CD8⁺T均低于AHH组 and 对照组,外周血CD3⁺、CD4⁺、CD4⁺/CD8⁺均高于AHH组和对照组,表明AHH联合CLCVP更有助于改善免疫功能,降低炎症反应,分析可能的原因为AHH联合CLCVP不仅能保证术中重要器官的组织灌注,还能减轻外周循环压力,实现组织液生成和滤过动态平衡,从而改善微循环和氧供需平衡,减少缺血缺氧性损伤,降低血流动力学波动对心、肺等重要器官的影响,继而减轻手术引起的应激反应和对免疫系统的影响,能较好地控制炎症反应水平。

综上所述,AHH联合CLCVP可维持稳定的血流动力学状态,有助于减少术中出血和输血,抑制全身炎症反应,提高细胞

免疫功能,在脊柱后路手术围术期血液管理中具有重要价值。本研究尚存在部分不足,仅探讨了 AHH 和 CLCVP 在血液保护、免疫炎症的影响,未分析对认知功能、术后恢复等的影响,尚待后续展开进一步探讨。

参考文献(References)

- [1] Rezvani M, Abbasi R, Tabesh H, et al. Preoperative Mechanical Bowel Evacuation Reduces Intraoperative Bleeding and Operation Time in Spinal Surgery[J]. *Asian Spine J*, 2018, 12(3): 459-465.
- [2] Janatmakan F, Nesiooonpour S, Javaherforoosh Zadeh F, et al. Comparing the Effect of Clonidine and Dexmedetomidine on Intraoperative Bleeding in Spine Surgery [J]. *Anesth Pain Med*, 2019, 9(1): e83967.
- [3] Li Y, Shan Y, Lin X. Effect of acute hypervolemic hemodilution of 6% hydroxyethyl starch 130/0.4 on the EC50 of propofol at two clinical endpoints in patients[J]. *Exp Ther Med*, 2016, 11(1): 110-116.
- [4] 王瑞,王韶双,王伟. 急性高容量血液稀释联合控制性降压及自体血回输在骨科脊柱手术中的应用[J]. *西安交通大学学报(医学版)*, 2018, 39(4): 558-561.
- [5] 周海洲,黄倩洁,蒋晖. 不同程度急性高容量血液稀释对老年病人凝血功能和全身炎性反应的作用 [J]. *蚌埠医学院学报*, 2018, 43(4): 471-474.
- [6] 黄浩然,曹阳,梁冰. 目标导向液体治疗下控制性低中心静脉压技术在脊柱手术中的应用效果研究 [J]. *中国临床新医学*, 2022, 15(2): 141-146.
- [7] 班炜军,田丽会,程宇宏. 急性高容量血液稀释联合控制性降压及自体血回输在脑膜瘤手术中的应用 [J]. *中国肿瘤外科杂志*, 2018, 10(6): 385-388, 392.
- [8] 陈勇,邓思高. 控制性降压、AHH 及回收式自体输血在神经外科手术患者中的应用[J]. *医学临床研究*, 2019, 36(6): 1114-1116.
- [9] 魏中秋,辛兵,郭明,等. 后路与前路手术内固定融合术对脊柱骨折患者脊柱功能及创伤应激指标的影响 [J]. *现代生物医学进展*, 2021, 21(7): 1292-1295.
- [10] 刘少强,叶小伟,梁珪清,等. 氨甲环酸溶液浸泡术野对降低脊柱术后失血的效果分析[J]. *中国医师杂志*, 2020, 22(4): 577-580.
- [11] Hui S, Peng Y, Tao L, et al. Tranexamic acid given into wound reduces postoperative drainage, blood loss, and hospital stay in spinal surgeries: a meta-analysis[J]. *J Orthop Surg Res*, 2021, 16(1): 401.
- [12] Bai B, Tian Y, Zhang YL, et al. Prediction of Hidden Blood Loss During Posterior Spinal Surgery[J]. *Chin Med Sci J*, 2019, 34(1): 38-44.
- [13] Kimura A, Ohmori T, Sakata A, et al. Hemostatic function to regulate perioperative bleeding in patients undergoing spinal surgery: A prospective observational study[J]. *PLoS One*, 2017, 12(6): e0179829.
- [14] Hanada K, Ahmad A, Shadi H, et al. Castigating intraoperative bleeding: Tranexamic acid, a new ally [J]. *Asian J Neurosurg*, 2021, 16(1): 51-55.
- [15] 金新蒙,张传青,任芹,等. 急性高容量血液稀释联合控制性降压对老年脊柱手术患者血管外肺水的影响 [J]. *宁夏医科大学学报*, 2021, 43(2): 129-132.
- [16] 赵顺来,解永强,李莉,等. AHH 联合 CH 对老年骨科手术患者血液流变学及凝血指标的影响 [J]. *临床血液学杂志*, 2018, 31(4): 264-267.
- [17] 刘震,徐培,杨进,等. 不同扩容剂行急性高容量血液稀释对老年骨科手术患者血液流变学及血栓弹力图参数的影响[J]. *宁夏医科大学学报*, 2019, 41(2): 176-180.
- [18] 徐润生,张毓文,郝迎新. 围术期急性等容量血液稀释及急性高容量血液稀释在老年全髋置换术患者麻醉中的应用 [J]. *贵州医药*, 2021, 45(5): 735-736.
- [19] 杨雪芳,张策,冷亚书,等. 控制性低中心静脉压技术在肝脏手术中的临床进展[J]. *中国实验诊断学*, 2019, 23(11): 2013-2017.
- [20] Wang F, Sun D, Zhang N, et al. The efficacy and safety of controlled low central venous pressure for liver resection: a systematic review and meta-analysis[J]. *Gland Surg*, 2020, 9(2): 311-320.
- [21] 许钊,玉红,梁鹏. 低中心静脉压在肝脏切除手术中的应用现状[J]. *中国普外基础与临床杂志*, 2020, 27(1): 107-112.
- [22] Wu G, Chen T, Chen Z. Effect of controlled low central venous pressure technique on postoperative hepatic insufficiency in patients undergoing a major hepatic resection [J]. *Am J Transl Res*, 2021, 13(7): 8286-8293.
- [23] 陈大鹏,朱琳佳,查天明,等. 腹腔镜肝切除术第一次肝门开放后低中心静脉压的预测因素[J]. *临床麻醉学杂志*, 2023, 39(8): 833-837.
- [24] 盛博,张帮健,杨昶. 控制性低中心静脉压联合急性高容量性血液稀释在右半肝切除术中的应用[J]. *四川医学*, 2017, 38(12): 1403-1406.
- [25] 张岳农,邓靖单,罗荣,等. 急性非等容性血液稀释在腹腔镜肝切除的临床应用[J]. *河北医学*, 2018, 24(8): 1384-1388.