

论著·临床研究

AHH 联合 CLCVP 在脊柱后路手术中应用的安全性和有效性*

曹天彪, 宋文学[△]

(酒泉市人民医院麻醉科, 甘肃 酒泉 735000)

[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)在脊柱后路手术中应用的安全性和有效性。**方法** 选取 2021 年 2 月至 2022 年 1 月该院收治的择期行脊柱后路手术患者 60 例,均为美国麻醉医师协会分级 I~II 级。采用随机数字表法分为 C 组(AHH 联合 CLCVP)和 F 组(常规输液),每组 30 例。2 组患者入室后均在局部麻醉下行桡动脉穿刺置管监测有创动脉压及中心静脉穿刺置管中心静脉压(CVP)监测。常规麻醉诱导,采用 CLCVP 麻醉技术管理围手术期输液及用药。记录 2 组患者输血量、出血量、尿量、输血量、手术时间、硝酸甘油用量等,以及麻醉诱导前(T_0)、切皮开始时(T_1)、手术开始后 2 h (T_2)、创面完全止血完成时(T_3)、手术结束 30 min 时(T_4)、术后第 1 天(T_5)各时间点平均动脉压、心率、脉搏血氧饱和度、血红蛋白(Hb)、血细胞比容(Hct)和 CVP、血糖、血乳酸、血凝指标[包括凝血酶原时间(PT)、活化部分凝血活酶时间(APTT)、纤维蛋白原和血小板计数]、血气分析[包括 pH、二氧化碳分压、氧分压、动脉血氧饱和度和碱剩余(BE)],以及围手术期不良反应、并发症发生情况,苏醒期 steward 评分等。**结果** C 组患者手术时间短于 F 组,硝酸甘油用量高于 F 组,但差异均无统计学意义($P>0.05$);C 组患者输血量、尿量均明显高于 F 组,出血量、血浆、悬浮红细胞均明显少于 F 组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。与 T_0 时比较,2 组患者 T_1 ~ T_3 时平均动脉压均明显降低,心率均明显减慢,C 组患者 T_1 ~ T_4 时 Hb、Hct 均明显降低, T_1 ~ T_3 时 CVP、血小板计数均明显降低,PT、APTT 均明显延长,F 组患者 T_2 ~ T_5 时 Hb 均明显降低, T_3 ~ T_4 时 Hct 均明显降低,差异均有统计学意义($P<0.05$)。与 F 组比较,C 组患者 T_1 时 Hb 明显降低, T_5 时 Hb 明显增加, T_1 时 Hct、 T_1 ~ T_3 时 CVP 均明显降低, T_1 ~ T_3 时 PT、APTT 均明显延长,差异均有统计学意义($P<0.05$)。2 组患者围手术期不良反应、并发症发生情况及苏醒期 steward 评分比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。**结论** AHH 联合 CLCVP 可安全用于脊柱后路手术,具有良好的血液保护效应,能显著减少术中出血量及异体输血量,术中维持血流动力学平稳及内环境稳定,苏醒期平稳,不会增加围手术期不良反应及并发症发生率,同时,CLCVP 有利于提供清晰的手术视野,缩短手术时间。

[关键词] 急性高容量血液稀释; 控制性低中心静脉压; 脊柱后路手术; 安全; 治疗结果

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2023.15.009

中图法分类号:R614.2

文章编号:1009-5519(2023)15-2569-07

文献标识码:A

Safety and efficacy of acute hypervolemic hemodilution combined with controlled low central venous pressure in posterior spinal surgery*

CAO Tianbiao, SONG Wenxue[△]

(Department of Anesthesiology, The People's Hospital of Jiuquan, Jiuquan, Gansu 735000, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the safety and efficacy of acute hypervolemic hemodilution (AHH) combined with controlled low central venous pressure (CLCVP) in posterior spinal surgery. **Methods** From February 2021 to January 2022, a total of 60 patients who underwent elective posterior spinal surgery in this hospital were selected, and the American Association of Anesthesiologists classified them as Grade I- II. They were randomly divided into group C (AHH combined with CLCVP) and group F (routine infusion), with 30 cases in each group using the randomized numerical table method. After entering the room, the patients in both groups were monitored by radial artery puncture and central venous puncture (CVP) under local anesthesia. Routine anesthesia was induced, and perioperative infusions and medications were managed using CLCVP anesthesia techniques. The infusion volume, bleeding volume, urine volume, blood transfusion volume, operation time and nitroglycerin dosage of the two groups were recorded. And the mean arterial

* 基金项目:甘肃省酒泉市科技局 B 类民生项目(酒科发[2021]50 号)。

作者简介:曹天彪(1973—),本科,副主任医师,主要从事麻醉与机体内环境方面的研究。△ 通信作者,E-mail:1021796778@qq.com。

pressure (MAP), heart rate (HR), pulse oxygen saturation (SpO_2), hemoglobin (Hb), hematocrit (Hct), CVP, blood glucose, blood lactate, Hemagglutination indexes [including prothrombin time (PT), activated partial thromboplastin time (APTT), fibrinogen (Fg) and platelet count (Plt)], blood gas analysis [including pH, partial pressure of carbon dioxide (PCO_2), partial pressure of oxygen (PO_2), arterial oxygen saturation (SaO_2) and alkali residue (BE)] at each time point before anesthesia induction (T_0), at the beginning of skin incision (T_1), at the beginning of operation (T_2), at the end of operation (T_3), at the end of operation (T_4) and at the first day after operation (T_5) were recorded. Perioperative adverse reactions, complications and steward score during recovery also were recorded. **Results** The operation time in group C was shorter than that in group F and the dosage of nitroglycerin was higher than that in group F, but the differences were not statistically significant ($P > 0.05$). The infusion volume and urine volume in group C were significantly higher than those in group F, and the bleeding volume, plasma and suspended red blood cells were significantly lower than those in group F, with statistical significances ($P < 0.05$). Compared with T_0 , the average arterial pressure and heart rate in the two groups were significantly decreased from T_1 to T_3 , the Hb and Hct in group C were significantly decreased from T_1 to T_4 , the CVP and platelet count were significantly decreased, and the PT and APTT were significantly prolonged from T_1 to T_3 . The Hb in group F was significantly decreased from T_2 to T_5 , and the Hct was significantly decreased from T_3 to T_4 , with statistical significances ($P < 0.05$). Compared with group F, the Hb in group C decreased significantly at T_1 , increased significantly at T_5 , the Hct at T_1 , CVP decreased significantly from T_1 to T_3 , the PT and APTT prolonged significantly from T_1 to T_3 , with statistical significances ($P < 0.05$). There were no significant differences in perioperative adverse reactions, complications and steward score between the two groups ($P > 0.05$). **Conclusion** AHH combined with CLCVP can be safely used in posterior spinal surgery which has a good blood protection effect. It can significantly reduce the amount of intraoperative bleeding and allogeneic blood transfusion, maintain the stability of hemodynamics and internal environment during operation, and keep stable recovery period, without increasing perioperative adverse reactions and complications. At the same time, CLCVP is conducive to providing a clear surgical field and shorten the operation time.

[Key words] Acute hypervolemic hemodilution; Controlled low central venous pressure; Posterior spinal surgery; Safety; Treatment outcome

目前,随着临床各学科及解剖学飞速发展,脊柱手术的临床安全性有了很大改善,相关的手术并发症也随之降低,但如何更好地降低术中出血量及减少异体血输注带来的不良反应及并发症仍是临床麻醉及手术需要解决的客观问题及主要矛盾。急性高容量血液稀释(AHH)及控制性低中心静脉压(CLCVP)均可降低出血量及异体血的大量输入^[1-5],被广泛用于临床麻醉以减少术中失血及输血,取得了显著的效果。目前,AHH联合CLCVP技术多应用于肝脏手术^[1,6],而在脊柱后路手术中的应用少见相关文献报道。本研究探讨了AHH联合CLCVP在脊柱后路手术中应用的安全性和有效性,以期为临床应用提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 资料

1.1.1 一般资料 选取2021年2月至2022年1月本院收治的择期行脊柱后路手术患者60例,其中男33例,女27例;年龄18~65岁;美国麻醉医师协会(ASA)分级I~II级;脊柱骨折25例,椎间盘突出伴

椎管狭窄21例,脊柱结核6例,脊柱肿瘤4例,脊柱侧弯及畸形4例。采用随机数字表法分为C组(AHH联合CLCVP)和F组(常规输液),每组30例。本研究经本院伦理委员会审批(2021伦审批第210021号)。患者及家属均签署本研究知情同意书。

1.1.2 排除标准 (1)年龄大于65岁或小于18岁;(2)术前患有高血压、糖尿病,以及肝肾功能障碍等;(3)术前凝血功能异常;(4)术前血红蛋白(Hb) ≤ 110 g/L,血细胞比容(Hct) $\leq 35\%$,血小板计数(Plt) $\leq 100 \times 10^9 L^{-1}$;(5)患有恶性肿瘤;(6)术前存在下肢深静脉血栓;(7)术前存在中、重度肺通气功能障碍,以及电解质、酸碱平衡紊乱等。

1.2 方法

1.2.1 样本量计算 应用PASS15.0统计软件计算样本量,根据预试验结果,C、F组患者苏醒期steward评分小于4分发生率分别为7%和10%。假设 $\alpha = 0.05$, $1 - \beta = 0.9$,计算样本量至少每组27例,考虑到可能存在试验脱落,增加10%样本量,故共纳入患者60例,每组30例。

1.2.2 麻醉方法 2 组患者入室后均建立静脉通道,监测心率、心电图、脉搏血氧饱和度(SpO_2)。在局部麻醉下行桡动脉穿刺置管监测有创动脉压及中心静脉穿刺置管行中心静脉压(CVP)监测。2 组均给予常规麻醉诱导,静脉注射咪达唑仑 0.05 mg/kg,舒芬太尼 0.3~0.5 μ g/kg,丙泊酚 1~2 mg/kg,顺苯磺酸阿曲库铵 0.2 mg/kg,待患者肌肉完全松弛后行气管插管,七氟烷 0.7~1.3 MAC,瑞芬太尼 0.2~0.3 μ g/(kg·min)、间断顺苯磺酸阿曲库铵 0.1 mg/kg 静脉注射维持麻醉;呼吸机参数为潮气量 8~12 mL/kg,频率 10~15 次/分,吸呼比 1:2,氧流量 1.5~2.0 L/min。呼气末二氧化碳分压(PCO_2)维持在 35~45 mm Hg(1 mm Hg=0.133 kPa)。采用 CLCVP 麻醉技术管理围手术期输液及用药,C 组诱导后切皮前静脉输注 25~30 mL/kg 钠钾镁钙葡萄糖注射液及聚明胶肽注射液晶胶 2:1 进行扩容,后续术中输入乳酸钠林格氏液 3~4 mL/(kg·h)至术毕,切皮开始至手术创面完全止血前通过麻醉方式联合硝酸甘油及去甲肾上腺素维持 CVP 在 2~4 cm H_2O (1 cm H_2O =0.098 kPa)、控制平均动脉压(MAP)以低于麻醉诱导前 25%~30%为标准,止血后合理调整血管活性药物及麻醉药量将 CVP 维持在 6~12 cm H_2O 。F 组术中常规输液,手术创面完全止血前通过麻醉及硝酸甘油维持动脉压以低于基础值 25%~30%、控制 CVP 在 6~12 cm H_2O 。2 组维持补液均输入乳酸钠林格氏液,适当输入新鲜冰冻血浆,当出血量超过全身血容量的 20%或 Hb<80 g/L 时输注悬浮红细胞。术毕观察 C 组尿量及血流动力学情况,适当给予 10~20 mg 呋塞米以平衡出入量及稳定血流动力学。

1.2.3 观察指标 (1)记录 2 组患者输血量、出血量、尿量、输血量、手术时间、硝酸甘油用量等。(2)记录 2 组患者麻醉诱导前(T_0)、切皮开始时(T_1)、手术开始后 2 h(T_2)、创面完全止血完成时(T_3)、手术结束 30 min 时(T_4)及术后第 1 天(T_5)各时间点 MAP、心率、 SpO_2 、Hb、Hct、CVP 等,同时记录各时间点血糖(GLU)、血乳酸(LA)、血凝指标[包括凝血酶原时间(PT)、活化部分凝血活酶时间(APTT)、纤维蛋白原(Fg)和 Plt]、血气分析[包括 pH、 PCO_2 、氧分压(PO_2)、动脉血氧饱和度(SaO_2)和碱剩余(BE)]等。(3)记录 2 组患者围手术期(术前 1 d 至术后 7 d)不良反应、并发症发生情况[包括苏醒期谵妄、躁动、低氧血症(SpO_2 <92% 持续 30 s 以上)、恶心、呕吐、寒战、低体温(<35 $^{\circ}C$)、苏醒延迟(停药后清醒时间大于 60 min)、苏醒期 steward 评分小于 4 分发生率、输血相关并发症(包括发热、过敏反应、溶血反应和血液传播疾病)、急性肺损伤、肺栓塞和术后认知功能障碍(POCD)等],以及苏醒期 steward 评分。采用简易智

能精神状态检查量表评分判断 2 组患者围手术期 POCD 发生情况,满分为 30 分, ≥ 24 分为无认知功能障碍;<24 分为可疑存在认知功能障碍。

1.3 统计学处理 应用 SPSS22.0 统计软件进行数据分析,符合正态分布计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,采用 t 检验和重复测量数据方差分析;计数资料以率或构成比表示,采用 χ^2 检验。 $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组患者一般资料比较 2 组患者性别、年龄、体重、ASA 分级比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);C 组患者手术时间短于 F 组,硝酸甘油用量高于 F 组,但差异无统计学意义($P>0.05$);C 组患者输血量、尿量均明显高于 F 组,出血量、血浆、悬浮红细胞均明显少于 F 组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 1。

表 1 2 组患者一般资料比较

项目	C 组($n=30$)	F 组($n=30$)
性别[$n(\%)$]		
男	18(60.0)	16(53.3)
女	12(40.0)	14(46.7)
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	41.2 \pm 18.5	39.7 \pm 19.3
体重($\bar{x}\pm s$,kg)	66.1 \pm 11.4	65.4 \pm 12.7
ASA 分级[$n(\%)$]		
I 级	17(56.7)	19(63.3)
II 级	13(43.3)	11(36.7)
输血量($\bar{x}\pm s$,mL)	3 589 \pm 578 ^a	1 756 \pm 453
出血量($\bar{x}\pm s$,mL)	336 \pm 108 ^a	969 \pm 216
尿量($\bar{x}\pm s$,mL)	1 766 \pm 356 ^a	789 \pm 256
血浆($\bar{x}\pm s$,mL)	235 \pm 78 ^a	867 \pm 214
悬浮红细胞($\bar{x}\pm s$,mL)	1.7 \pm 0.6 ^a	5.2 \pm 2.3
手术时间($\bar{x}\pm s$,min)	323 \pm 101	402 \pm 131
硝酸甘油用量($\bar{x}\pm s$,mg)	17.7 \pm 4.5	12.4 \pm 5.6

注:与 F 组比较,^a $P<0.05$ 。

2.2 2 组患者各时间点血流动力学变化比较 与 T_0 时比较,2 组患者 $T_1\sim T_3$ 时 MAP 均明显降低, T_5 时 MAP 均明显升高, $T_1\sim T_3$ 时心率均明显减慢,C 组患者 $T_1\sim T_4$ 时 Hb、Hct 均明显降低, $T_1\sim T_3$ 时 CVP 均明显降低,F 组 $T_2\sim T_5$ 时 Hb 均明显降低, $T_3\sim T_4$ 时 Hct 均明显降低,差异均有统计学意义($P<0.05$);2 组患者 $T_1\sim T_5$ 时 SpO_2 与 T_0 时比较,F 组患者 $T_1\sim T_5$ 时 CVP 与 T_0 时比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。与 F 组比较,C 组患者 T_1 时 Hb、Hct 均明显降低, $T_1\sim T_3$ 时 CVP 均明显降低,差异均有统计学意义($P<0.05$)。2 组患者 $T_0\sim T_5$ 时 MAP、心率、 SpO_2 比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表 2。

2.3 2 组患者各时间点血凝指标、血气分析,以及 LA、GLU 水平比较 与 T₀ 时比较,C 组患者 T₁~T₃ 时 PT、APTT 均延长,Plt 降低,但差异均无统计学意义(P>0.05)。与 F 组比较,C 组患者 T₁~T₃ 时

PT、APTT 均延长,但差异无统计学意义(P>0.05); 2 组患者 T₀~T₅ 时 Plt、Fg、pH、PCO₂、PO₂、SaO₂、BE、LA、GLU 比较,差异均无统计学意义(P>0.05)。见表 3。

表 2 2 组患者各时间点血流动力学变化比较($\bar{x} \pm s$)

指标	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
MAP(mm Hg)						
C 组(n=30)	95.8±7.3	65.4±9.5 ^a	66.8±9.8 ^a	70.5±9.7 ^a	89.9±11.7	97.7±9.6 ^a
F 组(n=30)	94.2±8.4	66.5±10.6 ^a	67.3±9.6 ^a	71.4±9.2 ^a	87.8±10.5	98.4±7.9 ^a
心率(次/分)						
C 组(n=30)	86.4±11.7	68.5±10.1 ^a	66.4±10.7 ^a	68.7±10.1 ^a	78.7±10.9	96.7±11.3
F 组(n=30)	84.9±12.3	67.4±11.2 ^a	68.8±11.4 ^a	70.3±12.5 ^a	77.9±12.4	94.1±10.7
SpO ₂ (%)						
C 组(n=30)	95.0±6.7	99.4±6.4	99.8±7.8	99.7±6.7	99.9±7.5	94.6±6.4
F 组(n=30)	96.1±5.9	99.6±6.2	99.9±6.3	99.8±5.9	99.5±7.6	95.3±7.5
Hb(g/L)						
C 组(n=30)	137.4±15.1	115.7±13.1 ^{ab}	112.6±7.2 ^a	109.8±11.9 ^a	111.3±9.7 ^a	129.1±9.8
F 组(n=30)	138.5±16.2	135.5±7.8	108.4±6.7 ^a	104.7±8.9 ^a	106.3±12.5 ^a	112.3±12.4 ^a
Hct(%)						
C 组(n=30)	39.1±3.8	28.8±2.6 ^{ab}	26.2±2.9 ^a	25.3±3.6 ^a	29.7±1.9 ^a	33.7±2.3
F 组(n=30)	38.7±3.5	36.1±2.5	30.9±3.7	28.8±2.5 ^a	27.6±2.5 ^a	31.5±2.9
CVP(cmH ₂ O)						
C 组(n=30)	11.3±3.4	3.1±1.6 ^{ab}	3.2±1.8 ^{ab}	3.3±1.7 ^{ab}	10.3±3.5	12.6±3.6
F 组(n=30)	10.9±3.7	9.4±2.7	8.7±3.1	9.6±2.9	10.7±3.1	11.8±3.3

注:与同组 T₀ 比较,^aP<0.05;与 F 组同时时间点比较,^bP<0.05。

表 3 2 组患者各时间点血凝指标、血气分析,以及 LA、GLU 水平比较($\bar{x} \pm s$)

指标	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
PT(s)						
C 组(n=30)	11.8±1.5	15.1±1.4	14.9±1.5	15.1±1.1	13.1±1.0	12.7±1.5
F 组(n=30)	11.7±1.2	12.3±1.1	11.9±1.2	12.1±1.0	13.2±1.2	12.3±1.3
APTT(s)						
C 组(n=30)	36.5±2.5	42.3±3.5	41.8±2.6	40.2±2.7	38.5±2.3	38.6±2.3
F 组(n=30)	36.7±2.7	37.2±2.8	36.7±2.4	37.3±2.9	37.3±2.6	37.5±2.6
Fg(mg/dL)						
C 组(n=30)	3.7±0.4	2.6±0.3	2.4±0.5	2.5±0.3	2.7±0.4	3.0±0.5
F 组(n=30)	3.6±0.5	3.3±0.7	3.2±0.4	3.3±0.5	3.1±0.6	3.2±0.3
Plt($\times 10^9 L^{-1}$)						
C 组(n=30)	225±52	156±36	162±43	172±41	184±47	204±41
F 组(n=30)	228±47	219±45	216±40	206±47	208±57	211±55
pH						
C 组(n=30)	7.35±0.21	7.32±0.34	7.24±0.14	7.27±0.24	7.34±0.24	7.37±0.28
F 组(n=30)	7.37±0.24	7.35±0.26	7.37±0.25	7.40±0.23	7.42±0.24	7.40±0.29
PCO ₂ (mm Hg)						
C 组(n=30)	38.3±3.4	36.7±4.4	39.6±3.7	41.1±3.3	43.4±2.9	41.1±2.7
F 组(n=30)	36.7±3.1	38.7±3.4	37.7±3.4	40.7±3.4	39.7±3.4	37.7±3.4
PO ₂ (mm Hg)						
C 组(n=30)	123.7±1.8	122.5±2.1	124.1±1.5	123.8±1.7	123.4±1.9	122.9±1.4
F 组(n=30)	122.9±1.9	123.2±1.7	123.8±2.3	124.5±2.1	123.8±1.3	123.2±1.6

续表 3 2 组患者各时间点血凝指标、血气分析, 以及 LA、GLU 水平比较($\bar{x} \pm s$)

指标	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
SaO ₂ (%)						
C 组(n=30)	99.6±7.1	99.3±6.5	99.1±6.7	99.4±5.9	99.8±6.1	99.7±7.2
F 组(n=30)	99.5±5.2	99.7±6.2	99.3±8.2	99.6±4.8	99.7±5.6	99.4±6.3
BE(mmol/L)						
C 组(n=30)	0.96±0.31	0.97±0.24	0.98±0.33	0.99±0.34	0.97±0.14	0.96±0.41
F 组(n=30)	0.97±0.32	0.98±0.35	0.97±0.38	0.98±0.37	0.96±0.27	0.97±0.39
LA(mmol/L)						
C 组(n=30)	1.1±0.3	1.3±0.4	1.5±0.2	1.6±0.4	1.4±0.5	1.3±0.2
F 组(n=30)	1.2±0.4	1.1±0.5	1.3±0.3	1.4±0.3	1.2±0.4	1.1±0.6
GLU(mmol/L)						
C 组(n=30)	5.2±0.4	5.3±0.3	5.5±0.5	5.7±0.3	5.5±0.5	5.3±0.4
F 组(n=30)	5.3±0.3	5.4±0.4	5.6±0.3	5.8±0.4	5.6±0.3	5.4±0.5

2.4 2 组患者围手术期不良反应、并发症, 以及苏醒期 steward 评分比较 2 组患者谵妄、躁动、低氧血症、恶心呕吐、寒战、低体温、苏醒延迟、输血相关并发症、急性肺损伤、肺栓塞、POCD 发生率, 以及苏醒期 steward 评分小于 4 分发生率比较, 差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表 4。

表 4 2 组患者围手术期不良反应、并发症, 以及苏醒期 steward 评分比较[n(%)]

项目	C 组(n=30)	F 组(n=30)
谵妄	1(3.3)	2(6.7)
躁动	2(6.7)	1(3.3)
低氧血症	2(6.7)	1(3.3)
恶心、呕吐	3(10.0)	4(13.3)
寒战	1(3.3)	1(3.3)
低体温	0	0
苏醒延迟	2(6.7)	1(3.3)
steward 评分(<4 分)	2(6.7)	3(10.0)
发热	0	0
过敏	0	0
溶血	0	1(3.3)
血液传播疾病	0	0
急性肺损伤	2(6.7)	1(3.3)
肺栓塞	0	0
POCD	1(3.3)	1(3.3)

3 讨 论

目前, CLCVP 被广泛用于临床麻醉以减少术中失血及输血, 取得了显著效果^[1-2,5], 这一简单而有效的技术一方面对机体内环境的保护是肯定的; 另一方面对机体肝肾功能、凝血功能、血管外肺水、氧代谢、酸碱平衡、内分泌及免疫功能等也具有一定的影响^[6-10]。

脊柱区静脉分为椎外静脉丛和椎内静脉丛, 交通支广泛, 贯穿整个脊柱, 最终可汇集上、下腔静脉系。椎静脉系压力的大小从理论上讲, 受下腔静脉压(IVCP)的影响, 且 IVCP 与 CVP 具有良好的相关性。

由于椎静脉系缺乏瓣膜, 血液可双向流动, 因此, IVCP 或腹内压的增加均可导致脊柱静脉丛血压增高, 使术中出血量增加。脊柱后路术中应用 CLCVP 技术减少出血量就是通过降低 CVP 控制 ICVP 进而降低椎静脉系压力, 从而使脊柱手术区静脉丛压力降低, 使血管壁内外压力差减小; 同时, 维持较低的 CVP 可使静脉腔及其分支静脉塌陷造成血管半径缩小, 从而减少组织离断时出血量; 其次, 术中维持的静脉塌陷状态还便于组织游离, 使手术区损伤造成的大出血状态变得更好控制, 从而大大减少脊柱手术出血量。

AHH 虽已广泛应用于临床, 但目前仍存在争论, 认为 AHH 的应用方便、快捷、省时, 且经济、实惠, 可代替急性等容量血液稀释(ANH)达到减少输血的目的; 相反观点认为, AHH 以 15~20 mL/kg 标准进行胶体扩容不易将 Hct 控制到 ANH 要求的标准(<30%)以下, 而且 AHH 易造成循环超负荷, 特别是快速输注时对高龄患者及潜在心肌病变患者具有高度风险。通常认为 AHH 不能替代 ANH 的一个重要原因是常规 AHH 容量扩充只能达到总量的 20%, 认为出血量大于自身血容量 40% 时 AHH 不可代替 ANH。AHH 联用 CLCVP 技术以 30 mL/kg 胶体扩容可达到自身血容量近 40%, 对术前 Hct≤42% 的患者可控制到 30% 以下, 降低了术中异体血输入量, 达到了与 ANH 相类同的功效。因此, 在评估术中存在较大出血量且耐受情况良好甚至 Hb<100 g/L 时仍可考虑实施 AHH 联合 CLCVP 技术。

本研究术中实施 CLCVP 期间血流动力学参数 MAP、心率、Hb、Hct、CVP 均明显降低, 但均在安全范围且术毕即可恢复, 提示脊柱后路手术 AHH 联合 CLCVP 是安全、可行的。有研究表明, 短时间 AHH 联合麻醉扩张血管行 CLCVP, 期间小剂量血管活性药维持血压对肾功能无明显影响, 是因为小剂量血管活性药仅作用于因加深麻醉而扩张的血管, 短期内不

影响肾血流灌注,提示 CLCVP 期间采用小剂量血管活性药维持血压是可行的^[1]。有学者进行术后评估显示,低中心静脉压(LCVP)不会恶化肾功能,且对肾功能无明显影响,提示 CLCVP 技术不会对肾小球滤过及重吸收功能造成不良影响,可能对肾小管功能还具有一定的保护作用^[11]。

有研究表明,CLCVP 可减少脊柱手术患者术中出血量,实施 CLCVP 的患者减少失血的损失有利于创造清晰的手术视野和操作的顺利进行,同时,缩短手术时间^[8]。本研究中,C 组手术视野清楚,便于操作顺利进行,缩短了手术时间。异体血输注可能造成围手术期发生更多的并发症,如免疫功能抑制、输血相关并发症、血液疾病的传播等,使受血者风险增加,据文献报道,术中维持 CVP 在 0~4 cm H₂O 能有效减少术中出血量而减少异体血输注^[8]。血浆输注或异体血输注超过 4 U 会使受血制品影响的风险增加。大量的失血和输血是肺部并发症发生的主要危险因素,而 CLCVP 减少了输血量 and 术后肺部并发症发生率;此外,输血相关急性肺损伤也是发生输血相关并发症和死亡的主要原因;而且术中大量失血和输血可能并发凝血障碍、急性呼吸窘迫综合征、多器官功能衰竭、免疫功能抑制、血液传播疾病的风险增加等。因此,术后并发症发生率和病死率与术中大量失血和输血密切相关,本研究 C 组患者输血量明显下降,异体血输注普遍小于 2 U,大大降低了输血相关并发症发生率。空气栓塞也是手术时并发症之一,在 LCVP 时比较容易产生,可通过保持中心静脉压超过 0 cm H₂O 来消除,这样即使损伤静脉也可消除发生肺栓塞的风险。本研究 CVP 始终保持在 2~4 cm H₂O,既创造了良好的手术条件,减少了术中失血量及异体血输入量,同时,也减少或避免了术后并发症的发生。

有研究表明,异体血的大量输注会导致免疫功能抑制,影响机体 T 淋巴细胞亚群而破坏机体免疫平衡调节机制;而且 AHH 可通过洗涤及冲刷作用减少机体的炎症介质,如白细胞、儿茶酚胺等及其代谢产物,从而产生一定的抗炎作用而较快地改善及增强患者免疫功能,因此,AHH 的联合应用可增强和提高手术患者的细胞免疫功能^[2]。所以,本研究 AHH 联合 CLCVP 技术的 AHH 作用及异体血大量输注的减少,不但不会抑制患者的免疫功能,反而具有正向调节作用。

据相关文献报道,AHH 能维持血流动力学稳定,有助于减少输血,改善脑组织供氧,维持氧供需平衡,胃肠道是各脏器中对缺血、缺氧最敏感的器官之一,因此,机体氧代谢变化首先表现为胃肠道氧代谢的改变^[12]。提示 AHH 和 LCVP 对小肠氧代谢均无不良

影响,其原因可能是全身麻醉后抑制胃肠蠕动及体温下降等导致胃肠代谢率下降而使氧耗减少;CLCVP 时可使动脉血压降低,但仍可维持胃肠组织良好灌注;小剂量硝酸甘油可改善心脏收缩功能从而使胃肠组织的有效灌注无明显影响;CLCVP 时应用的小剂量硝酸甘油可降低肠系膜动脉的血管阻力而使肠系膜血流量增加。有研究表明,CVP 控制在 3~5 cm H₂O 可平衡正常的氧合状况和酸碱变化,而 CVP<2 cm H₂O 时显著引起组织灌注不良反应,本研究 CVP 控制在 2~4 cm H₂O, pH、PCO₂、PO₂、SaO₂、BE、LA、GLU 在 CLCVP 期间与术前比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),提示可满足机体氧代谢需求,不会造成器官低灌注状态而维持氧代谢平衡。

CLCVP 技术使 AHH 时相对液体再分配是降低术中患者 CVP 安全、有效的方法,有研究表明,研究组患者术中血流动力学参数、LA 水平与对照组比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)^[13],与本研究结果一致。本研究 2 组患者血流动力学参数、血气指标、LA 水平比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),提示 AHH 联合 CLCVP 血流动力学稳定和灌注良好。有研究表明,CLCVP 用于脊柱后路手术有利于患者术后快速康复,对凝血功能无不良影响,且对患者血小板功能具有一定的保护作用,也无明显术后不良反应^[5],与本研究结果基本一致。本研究中,2 组患者凝血指标比较,差异无统计学意义($P>0.05$),在 CLCVP 期间 PT、APTT 延长明显,Plt 明显降低,但均在安全范围,术毕即可恢复,表明 AHH 联合 CLCVP 具有更好的血液保护效应。

本研究一方面使用丙泊酚、瑞芬太尼、七氟烷、硝酸甘油、咪塞米等降低 CVP,极低的 CVP 将影响血流动力学的稳定和灌注;另一方面利用去甲肾上腺素维持血压。据文献报道,实施 CLCVP 对术中酸碱平衡无明显影响^[9],与本研究结果基本一致。本研究 2 组患者各时间点血气指标与 CLCVP 前比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);维持较低的 CVP 可提供最佳的手术视野^[10],并且不会增加 LA 水平,本研究实施 CLCVP 后对 LA 水平无明显影响,且均在正常范围。脊柱后路手术中如何维持最佳的 CVP 减少术中出血,同时,最大限度地提高组织灌注将是目前关注的重点。

本研究结果显示,2 组患者苏醒期不良反应及 steward 评分比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),说明术毕苏醒期平稳,脊柱后路手术 AHH 联合 CLCVP 不会增加苏醒期不良反应发生率。C 组患者输血相关并发症发生率降低,但差异无统计学意义($P>0.05$),可能与样本量相对较小有关。CLCVP

技术不会增加术后肝肾功能不全发生率^[6]。AHH 不会增加术后 POCD 发生的风险^[11,14]。本研究 2 组患者急性肺损伤、肺栓塞、氧代谢、酸碱平衡、血凝变化、术后 POCD 发生率比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),说明脊柱后路手术 AHH 联合 CLCVP 能维持内环境稳定,不会增加围手术期相关并发症发生率。

本研究麻醉管理中所涉及的主要问题是维持有效的器官灌注对重要器官功能的支持和保护,结果显示,实施 CLCVP 技术 2 h 后 MAP 均大于 65 mm Hg,这是足够高的重要器官的灌注压力,血流动力学稳定维持器官的灌注、组织氧合和组织代谢。在实施 CLCVP 的过程中依次通过麻醉方式、控制输血量、输液速度、联合应用药物控制性降压等方法维持术中稳定 CVP 在 2~4 cm H₂O 和 MAP \geq 65 mm Hg,手术创面完全止血后恢复 CVP 至正常范围。MAP $<$ 65 mm Hg 将减少血液流入器官,并可能导致器官缺血和再灌注损伤。本研究 MAP 均在 65 mm Hg 以上,提示可维持器官组织的有效灌注,并避免了再灌注损伤。

综上所述,AHH 联合 CLCVP 可安全用于脊柱后路手术,具有良好的血液保护效应,能显著减少术中出血量及异体输血量,术中维持血流动力学平稳及内环境稳定,术毕苏醒期平稳,不会增加苏醒期不良反应及术后并发症发生率。此外,CLCVP 有利于提供清晰的手术视野,同时可缩短手术时间。

参考文献

- [1] 盛博,张帮健,杨昶.控制性低中心静脉压联合急性高容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.
- [2] 陈羽青,彭书峻,林少漫,等.控制性低中心静脉压用于 ERAS 腹腔镜肝癌切除术的价值[J].中华麻醉学杂志,2020,40(3):305-308.
- [3] PAN Y X, WANG J C, LU X Y, et al. Intention to control low central venous pressure reduced blood loss during laparoscopic hepatectomy: A double-blind randomized clinical trial[J]. Surgery, 2020, 167(6):933-941.
- [4] 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.
- [5] LIU T S, SHEN Q H, ZHOU X Y, et al. Application of controlled low central venous pressure during hepatectomy: A systematic review and meta-analysis[J]. J Clin Anesth, 2021, 75(11):110467.
- [6] GUO J R, SHEN H C, LIU Y, et al. Effect of acute normovolemic hemodilution combined with controlled low central venous pressure on blood coagulation function and blood loss in patients undergoing resection of liver cancer operation [J]. Hepatogastroenterology, 2015, 62(140):992-996.
- [7] WU G, CHEN T, CHEN Z. Effect of controlled low central venous pressure technique on post-operative hepatic insufficiency in patients undergoing a major hepatic resection [J]. Am J Transl Res, 2021, 13(7):8286-8293.
- [8] 张俊杰,刘心瑶,张成梁,等.控制性低中心静脉压对脊柱手术患者血管外肺水和失血量的影响[J].临床麻醉学杂志,2015,31(5):427-431.
- [9] 黎奕旺,梁勇升,黄今肇,等.控制性低中心静脉压对肝部分切除术中酸碱平衡的影响[J].中国医药指南,2019,17(12):16-18.
- [10] YU L, SUN H, JIN H, et al. The effect of low central venous pressure on hepatic surgical field bleeding and serum lactate in patients undergoing partial hepatectomy: A prospective randomized controlled trial [J]. BMC Surg, 2020, 20(1):25.
- [11] LIU Y, CAI M, DUAN S, et al. Effect of controlled low central venous pressure on renal function in major liver resection [J]. J Clin Oncol, 2008, 7:7-9.
- [12] WU J, ZHANG Z. The effects of acute hypervolemic hemodilution and conventional infusion in laparoscopic radical prostatectomy patients [J]. Am J Transl Res, 2021, 13(7):7866-7873.
- [13] ZATLOUKAL J, PRADL R, KLETECKA J, et al. Comparison of absolute fluid restriction versus relative volume redistribution strategy in low central venous pressure anesthesia in liver resection surgery: A randomized controlled trial [J]. Minerva Anestesiol, 2017, 83(10):1051-1060.
- [14] XU P, YANG J, LIU Z, et al. Influences of acute hypervolemic hemodilution on serum levels of S-100 β protein, NSE and POCD in elderly patients with spinal surgery [J]. Zhongguo Gu Shang, 2019, 32(10):923-927.

(收稿日期:2022-11-24 修回日期:2023-03-06)