

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2024.11.027

❖ 临床研究 ❖

急性等容血液稀释联合术中血液回收对强直性脊柱炎后凸畸形截骨矫正术患者血液保护作用

蒲淳, 陈涛, 陈勇, 梁孟秋, 付强

(成都市第三人民医院麻醉科, 四川 成都 610031)

【摘要】目的: 探究急性等容血液稀释 (ANH) 联合术中血液回收 (IBS) 对强直性脊柱炎后凸畸形截骨矫正术患者血液的保护作用。**方法:** 选取 87 例强直性脊柱炎后凸畸形截骨矫正术患者为研究对象, 按照干预方式不同分为 ANH 组、IBS 组和 ANH 联合 IBS 组, 每组各 29 例。比较各组患者在麻醉诱导 10 min 后 (T0)、放血 10 min 后 (T1)、自体血回输前 (T2)、回输血结束后 30 min (T3) 围术期血流动力学、凝血指标、肾功能指标, 记录术中血液保护情况。**结果:** T1 时刻, ANH 组和 ANH 联合 IBS 组 MAP 值相较于 T0 均下降 ($P < 0.05$), 且两组 MAP 值均低于 IBS 组 ($P < 0.05$); T2 时刻, IBS 组 MAP 值较 T0 下降 ($P < 0.05$), ANH 联合 IBS 组 MAP 高于 IBS 组 ($P < 0.05$), 三组 CVP 值均低于 T0 ($P < 0.05$); 在 T2 和 T3 时, 各组患者 PT 和 APTT 值较 T0 时刻均上升 ($P < 0.05$); 在 T3 时, ANH 组和 ANH 联合 IBS 组 PT 和 APTT 值均低于 IBS 组 ($P < 0.05$), 但 ANH 组和 ANH 联合 IBS 组间无统计学差异 ($P > 0.05$); ANH 联合 IBS 组异体红细胞输注量低于 ANH 组和 IBS 组 ($P < 0.05$)。**结论:** ANH 联合 IBS 应用于强直性脊柱炎后凸畸形截骨矫正术中, 可以有效减少异体输血需求, 对血流动力学、凝血功能和肾功能影响较小。

【关键词】 急性等容血液稀释; 术中血液回收; 强直性脊柱炎; 后凸畸形; 截骨矫正术; 血液保护

【中图分类号】 R614 **【文献标志码】** A

Role of acute normovolemic hemodilution combined with intraoperative blood salvage on blood protection in patients with ankylosing spondylitis kyphosis undergoing osteotomy

PU Chun, CHEN Tao, CHEN Yong, LIANG Meng-qi, FU Qiang

(Department of Anesthesiology, the Third People's Hospital of Chengdu, Chengdu 610031, Sichuan, China)

【Abstract】Objective: To analyze the role of acute normovolemic hemodilution (ANH) combined with intraoperative blood salvage (IBS) on blood protection in patients with ankylosing spondylitis kyphosis undergoing osteotomy. **Methods:** 87 patients with ankylosing spondylitis kyphosis were selected as the research subjects, and divided into ANH group, IBS group and ANH with IBS group according to different intervention methods, with 29 cases in each group. The perioperative hemodynamic, coagulation, and renal function indicators between three groups of patients at 10 minutes after anesthesia induction (T0), 10 minutes after bloodletting (T1), before autologous blood transfusion (T2), and 30 minutes after transfusion (T3) were compared, and the intraoperative blood protection status was recorded. **Results:** At T1, the MAP value in ANH group and ANH with IBS group was decreased compared with that at T0 ($P < 0.05$), and the MAP value in above two groups was lower than that in IBS group ($P < 0.05$). At T2, the MAP value in IBS group was lower than that at T0 ($P < 0.05$), and the MAP in ANH with IBS group was higher than that in IBS group ($P < 0.05$). At T2, the CVP in the three groups was lower than that at T0 ($P < 0.05$). At T2 and T3, the PT and APTT in the three groups were risen than those at T0 ($P < 0.05$). At T3, the PT and APTT were lower in ANH group and ANH with IBS group than those in IBS group ($P < 0.05$), but there were no significant differences between ANH group and ANH with IBS group ($P > 0.05$). The allogeneic red blood cell transfusion volume in ANH with IBS group was less than that in ANH group and IBS group ($P < 0.05$). **Conclusion:** ANH combined with IBS during osteotomy for ankylosing spondylitis kyphosis can effectively reduce the demand for allogeneic blood transfusion and has small influence on hemodynamics, coagulation function and renal function.

【Key words】 Acute normovolemic hemodilution; Intraoperative blood salvage; Ankylosing spondylitis; Kyphosis; Osteotomy; Blood protection

强直性脊柱炎病情发展到后期,可出现胸腰椎后凸畸形,骨盆后倾、旋转,进而引起伸髋屈膝畸形,严重制约患者行动能力^[1]。纠正后凸畸形、改善骨盆平衡常见有效手段为脊柱截骨矫形手术^[2]。但术中截骨导致患者大量失血,血液动力学波动较大,在术中常需要对患者进行血液保护^[3]。术中血液回收(intraoperative blood salvage, IBS)是一种安全高效的血液保护技术,包括对术中失血进行回收、过滤和再输,与库存血相比,能有效降低输血后感染疾病等输血相关并发症发生,不会产生对外来红细胞及血小板抗原的同种免疫反应,减少接触病原菌危险^[4]。急性等容血液稀释(acute normovolemic hemodilution, ANH)是围手术期常见的一种保血手段,能迅速补充血量,并能有效地控制出血,也能减少对同种异体血的需求量,血流动力学稳定,降低手术风险^[5]。既往研究^[6]认为,ANH 联合 IBS 可改善老年心脏手术患者氧合,减轻免疫抑制和炎症反应,安全性更高,但尚无 ANH 与 IBS 联合应用于强直性脊柱炎并发后凸畸形截骨矫正手术中的报道。因此,本研究旨在探讨 ANH 与 IBS 联合应用在强直性脊柱炎并发后凸畸形截骨矫正手术中对患者血液保护效果。

1 资料与方法

1.1 一般资料

纳入 2022 年 3 月至 2024 年 3 月成都市第三人民医院收治的 87 例强直性脊柱炎后凸畸形截骨矫正术患者为研究对象。纳入标准:(1)诊断为强直性脊柱炎^[7];(2)符合进行截骨矫正手术的标准;(3)之前未服用过任何抗凝药物,不存在肾功能异常;(4)符合 ANH 和 IBS 适应症;(5)知情同意。排除标准:(1)采用其他类型血液保护;(2)术前凝血功能检查异常;(3)有血栓栓塞家族史;(4)血小板计数偏低;(5)手术过程中使用了抗纤溶药物;(6)患有恶性肿瘤;(7)严重的器官功能障碍;(8)低蛋白血症。按照干预方式不同分为 ANH 组、IBS 组和 ANH 联合 IBS 组,每组各 29 例。ANH 组中男性 21 例,女性 8 例;年龄(36.12 ± 2.47)岁;后凸畸形校正 Cobb 角(58.43 ± 3.46)°。IBS 组中男性 24 例,女性 5 例;年龄(36.58 ± 2.14)岁;后凸畸形校正 Cobb 角(59.12 ± 3.78)°。ANH 联合 IBS 组中男性 25 例,女性 4 例;年龄(35.97 ± 2.36)岁;后凸畸形校正 Cobb 角(59.37 ± 3.42)°。各组患者一般资料无统计学差异($P > 0.05$)。本研究符合《赫尔辛基宣言》要求。

1.2 方法

ANH 组:在麻醉过程稳定后实施 ANH 操作,通

过颈内静脉以 20 mL/min 速度抽血,血液被收集于含枸橼酸钠的 300 mL 储血袋内。同时,通过外周静脉输注等量的羟乙基淀粉。将红细胞比容(hematocrit value, HCT)维持在 0.32。根据 Gross 公式^[8]来确定采血量,评估患者允许失血量。预计全身血容量(effective blood volume, EBV)需按以下标准计算:女性患者为 65 mL/kg,男性患者则为 70 mL/kg。目标 HCT 设定为 30%。采血量的计算公式如下:采血量 = EBV × (初始 HCT - 目标 HCT) / [(初始 HCT + 目标 HCT) / 2]。整个过程中,医护人员持续监测患者心率(HR)、血氧饱和度、无创血压和脑电双频指数(bispectral index, BIS)、中心静脉压(central venous pressure, CVP)等生命体征,并根据实际情况调整抽血速度。采集的自体血进行标记后,放置于常温下保存,以备手术后或手术过程中使用。IBS 组:使用血液回收机收集手术过程中失血。抗凝剂选用肝素钠,剂量为 25 000 单位,稀释在 500 mL 复方氯化钠溶液中。储血罐在收集血液之前预先充入抗凝剂 50 到 100 mL,且控制抗凝剂的滴速。血液量达到 800 mL 收集量时,洗涤并离心血液,然后储蓄到血袋中。输血的顺序是先回输自体血,如果患者血红蛋白水平依然较低,输注异体血。ANH 联合 IBS 组患者术中结合上述两种方法。

1.3 观察指标

在麻醉诱导 10 min 后(T₀)、放血 10 min 后(T₁)、自体血回输前(T₂)、回输血结束后 30 min(T₃)时检测患者围术期血流动力学(MAP、CVP 和 HR),凝血指标[凝血酶原时间(PT)和活化部分凝血活酶时间(APTT)],肾功能指标[血尿素氮(BUN)、血肌酐(BCr)和尿白蛋白(ALB)],记录术中血液保护情况(术中失血量、异体红细胞输注量)。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 24.0 软件进行数据分析。正态分布且方差齐性的计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示,多组间采用单因素方差分析,进一步两两比较采用 SNK- q 检验;计数资料以[$n(\%)$]表示,组间比较采用独立样本 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 各组患者围术期血流动力学比较

T₁时刻,ANH 组和 ANH 联合 IBS 组 MAP 值相较于 T₀均有下降($P < 0.05$),且两组 MAP 值均低于 IBS 组($P < 0.05$);T₂时刻,IBS 组 MAP 值较 T₀有下降($P < 0.05$),ANH 联合 IBS 组和 ANH 组 MAP 高于 IBS 组($P < 0.05$),各组患者 CVP 值均低

于 T0 ($P < 0.05$), 其他指标和时间点在各组之间均无统计学差异 ($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 各组患者围术期血流动力学比较 ($\bar{x} \pm s$, mmHg)

组别	MAP				CVP(mmHg)				HR(次/min)			
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
ANH组($n=29$)	83.43±9.12	74.32±8.30*#	84.64±8.43#	80.43±12.46	7.82±1.13	8.06±1.73	7.32±1.54*	8.13±1.42	70.46±8.43	69.83±10.32	71.29±8.64	72.32±10.34
IBS组($n=29$)	82.43±9.46	79.43±8.24	76.46±8.34*	78.37±10.47	7.96±1.46	8.23±1.82	7.06±1.16*	7.93±1.47	70.48±8.47	68.79±10.64	71.64±8.89	72.12±10.64
ANH联合IBS组($n=29$)	81.47±9.42	73.12±7.64*#	80.22±8.41#	81.18±10.32	8.02±1.48	8.34±1.79	7.43±1.47*	8.07±1.49	71.36±8.49	70.69±10.87	72.34±8.47	70.68±10.56
F值	0.320	5.005	6.901	0.496	0.164	0.204	0.534	0.143	0.107	0.233	0.110	0.210
P值	0.727	0.009	0.002	0.611	0.849	0.816	0.588	0.867	0.899	0.793	0.896	0.811

* $P < 0.05$, 与同组 T0 比较; # $P < 0.05$, 与 IBS 组比较。

2.2 各组患者凝血指标比较

在 T2 和 T3 时, 各组患者 PT 和 APTT 值较 T0 时刻均上升 ($P < 0.05$); 在 T3 时, ANH 组和 ANH

联合 IBS 组 PT 和 APTT 值均低于 IBS 组 ($P < 0.05$), 但 ANH 组和 ANH 联合 IBS 组与 IBS 组比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 2。

表 2 各组患者凝血指标比较 ($\bar{x} \pm s$, s)

组别	PT				APTT			
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
ANH组($n=29$)	11.93±1.08	12.02±1.03	14.86±1.43*	13.43±1.14*#	31.43±4.12	33.43±3.14	40.34±3.78*	36.43±4.24*#
IBS组($n=29$)	11.43±1.32	12.43±1.10	15.13±1.24*	14.86±1.43*	31.87±4.13	32.47±3.24	41.42±3.13*	38.42±3.47*
ANH联合IBS组($n=29$)	11.67±1.37	12.48±1.34	14.98±1.23*	13.27±1.20*#	31.72±4.23	32.87±2.82	40.38±3.17*	35.78±4.18*#
F值	1.137	1.363	0.312	13.937	0.084	0.715	0.956	3.466
P值	0.326	0.262	0.732	<0.001	0.920	0.492	0.389	0.036

* $P < 0.05$, 与同组 T0 比较; # $P < 0.05$, 与 IBS 组比较。

2.3 各组患者肾功能指标比较

在各个时间点, 各组患者的 BUN、BCr 和 ALB

值均无统计学差异 ($P > 0.05$)。见表 3。

表 3 各组患者肾功能指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	BUN(mmol/L)				BCr(μ mol/L)				ALB(mg/L)			
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
ANH组($n=29$)	5.12±1.42	5.32±1.72	5.34±1.68	5.51±1.78	54.13±8.76	56.73±8.12	56.13±9.42	56.34±8.73	22.47±9.43	23.73±8.62	23.78±8.12	24.43±9.12
IBS组($n=29$)	5.08±1.43	5.36±1.82	5.37±1.72	5.42±1.68	56.43±8.43	56.78±8.36	56.73±8.79	57.44±8.78	22.43±9.37	24.36±8.48	23.94±8.69	23.78±8.09
ANH联合IBS组($n=29$)	5.13±1.38	5.42±1.74	5.46±1.76	5.53±1.43	55.78±8.73	57.12±8.46	56.47±10.48	57.13±9.10	23.34±8.49	24.37±8.94	24.72±9.43	24.97±8.46
F值	0.013	0.029	0.047	0.046	0.678	0.023	0.041	0.147	0.115	0.064	0.119	0.174
P值	0.987	0.971	0.954	0.955	0.510	0.977	0.960	0.863	0.892	0.938	0.888	0.840

2.4 各组患者术中血液保护情况比较

各组患者术中失血量无差异 ($P > 0.05$), ANH 联合 IBS 组异体红细胞输注量低于 ANH 组和 IBS 组 ($P < 0.05$)。见表 4。

表 4 各组患者术中血液保护情况比较 ($\bar{x} \pm s$, mL)

组别	术中失血量	异体红细胞输注量
ANH组($n=29$)	995.46±189.34	450.36±117.46
IBS组($n=29$)	1034.98±192.39	483.48±124.35
ANH联合IBS组($n=29$)	1024.87±198.62	276.49±89.67*#
F值	0.327	28.833
P值	0.722	<0.001

* $P < 0.05$, 与 ANH 组比较; # $P < 0.05$, 与 IBS 组比较。

3 讨论

本研究中将 ANH 联合 IBS 应用于强直性脊柱炎后凸畸形截骨矫正术中。结果显示, ANH 组和 ANH 联合 IBS 组患者 MAP 波动较 IBS 组更为明显。ANH 与术前储存自体输血相比具有更突出的优势^[9], 其应用降低了患者的 MAP。这可能是由于 ANH 导致血液粘稠度降低以及外周血管阻力减小所引起^[10]。本研究显示, 各组患者均未出现凝血障碍, ANH 组和 ANH 联合 IBS 组在 T3 时, PT 和 APTT 均低于 IBS 组。显示 ANH 组以及 ANH 联合 IBS 组在凝血功能恢复方面表现更佳。大量使用羟乙基淀

粉注射液可能导致凝血抑制现象,在稀释血液的过程中,会以不同水平稀释凝血因子,在血液洗涤阶段,与凝血功能相关的多种凝血因子、血小板、血浆蛋白等成分被洗涤,进而引起凝血功能障碍,具体表现为 PT 延长。在实施 ANH 时,所采集自体血液仍能保留自身止血效能,从而使得 ANH 能够维护凝血因子的活性^[11]。本研究显示,各组患者 BUN、BCr 和 ALB 在各个时间点比较,均无明显差异,各指标在各个时间点均在正常范围内。表明三种方法使用对肾功能影响较小。本研究显示,ANH 联合 IBS 组异体红细胞输注量低于 ANH 组和 IBS 组。表明采用 ANH 联合 IBS 的方法能够使患者在术中最大限度地保持自身的血量和血红蛋白^[12],最大限度地减少患者对异体输血的需求。ANH 技术提供的富含凝血因子和血小板的鲜血以及 IBS 的有效血液回收,不仅提高了自体血的质量和安全性,也减少了异体输血的依赖。邵长会等^[13]研究发现,ANH 联合 IBS 技术对脊柱骨折手术患者进行治疗,结果表明该方法能降低术中对于异体输血的需求,且对患者血流动力学及凝血功能未产生负面影响,证实了其在临床应用中的安全性。蔡垣星等^[14]研究显示,术中回收式自体输血联合 ANH 与单纯术中回收式自体输血相比,患者术后 48 h 内血红蛋白更高,对血小板活化因子激活更少。然而,McGill 等^[15]的研究指出,ANH 联合 IBS 在理论上可以减少自体血细胞的术中损失,从而降低异体输血的需求,但在冠脉搭桥手术中的应用并未达到预期效果。因此,未来研究还需开展更多的临床试验,深入探讨 ANH 和 IBS 联合应用在不同类型手术和不同患者群体中的实际效果。

综上,ANH 联合 IBS 应用于强直性脊柱炎后凸畸形截骨矫正术中,可以有效减少异体输血需求,对血流动力学、凝血功能和肾功能影响较小,值得临床应用。

参考文献

[1] 杨晋东,吴佳桥,逯焜,等.强直性脊柱炎患者全髋关节置换术中联合应用神经阻滞麻醉的效果[J].川北医学院学报,2023,38(2):249-252.
[2] Sato T, Yonezawa I, Inoue H, et al. Relationship between characteristics of spinopelvic alignment and quality of life in Japanese pa-

tients with ankylosing spondylitis: a cross-sectional study[J]. BMC Musculoskeletal Disorders, 2020, 21(1):41.
[3] 徐培,杨进,刘震,等.急性超容血液稀释对老年脊柱手术患者 S-100 β 蛋白、NSE 水平及 POCD 的影响[J].中国骨伤,2019,32(10):923-927.
[4] 陈建霞,庄海滨,张真真,等.凶险性前置胎盘剖宫产术中自体血回收与稀释回输模式应用[J].中国计划生育学杂志,2023,31(11):2660-2664,2669.
[5] 朱魏,臧婷,薄新华,等.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[J].现代生物医学进展,2024,24(5):919-924.
[6] 芦璐,张琳,李洪翠,等.急性等容性血液稀释联合术中回收式自体输血对老年心脏手术患者输血量及凝血功能的影响[J].中国输血杂志,2023,36(3):222-225.
[7] 北京中西医结合学会风湿病专业委员会.强直性脊柱炎长期管理专家共识(2021年)[J].中国中西医结合杂志,2021,41(12):1426-1434.
[8] Gross JB. Estimating allowable blood loss; corrected for dilution[J]. Anesthesiology, 1983, 58(3):277-280.
[9] Monaco F, Guarracino F, Vendramin I, et al. Acute normovolemic hemodilution in cardiac surgery: rationale and design of a multicenter randomized trial[J]. Contemporary Clinical Trials, 2024, 143:107605.
[10] Yoshinaga K, Iizuka Y, Sanui M, et al. Low-volume acute normovolemic hemodilution does not reduce allogeneic red blood cell transfusion in cardiac surgery in the modern era of patient blood management: a propensity score-matched cohort study[J]. Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia, 2024, 38(2):394-402.
[11] Liu T, Bai Y, Yin L, et al. Effect of acute normovolemic hemodilution on anesthetic effect, plasma concentration, and recovery quality in elderly patients undergoing spinal surgery[J]. BMC Geriatrics, 2023, 23(1):689.
[12] Colares PGB, Carlos LMB, Ramos MCMF, et al. Intraoperative blood salvage in proximal femur epiphysiolytic surgical treatment with hip controlled dislocation technique: a case series study[J]. Brazilian Journal of Anesthesiology (Elsevier), 2021, 71(5):545-549.
[13] 邵长会,张董瑜,冯琪,等.急性等容血液稀释联合术中血液回收对脊柱骨折患者术中血液保护的效果[J].中华创伤杂志,2020,36(11):1010-1017.
[14] 蔡垣星,何鑫,程庆好,等.不同血液保护模式对高龄全髋关节置换术患者的临床观察[J].北京医学,2023,45(8):724-728.
[15] McGill N, O'Shaughnessy D, Pickering R, et al. Mechanical methods of reducing blood transfusion in cardiac surgery: randomised controlled trial[J]. BMJ, 2002, 324(7349):1299.

(收稿日期:2024-06-17

修回日期:2024-08-20)