

## 急性超容性血液稀释联合控制性降压在脊柱手术中的应用

李艳萍<sup>1</sup>, 王旭东<sup>2</sup>, 李玉娟<sup>1</sup>, 夏淑轩<sup>1</sup>, 王寿平<sup>1</sup>, 彭书陵<sup>1</sup>

(中山大学 1. 附属第二医院麻醉科, 广州 广东 510120; 2. 肿瘤医院麻醉科, 广州 广东 510060)

**摘要:**【目的】观察急性超容性血液稀释(AHHD)与控制性降压(CH)联合应用对脊柱手术病人血流动力学、氧供、氧耗及动脉血乳酸浓度的影响。【方法】20例拟行脊柱手术病人,麻醉诱导后25min内输入60g/L的羟乙基淀粉(贺斯200/0.5, HES)15mL/kg。手术开始时用硝酸甘油+艾司洛尔进行控制性降压,维持平均动脉压(MAP)(60±5)mmHg。主要手术操作完成后停止降压。术中连续监测心率(HR)、血压(BP)、中心静脉压(CVP)、心输出量(CO)。分别于诱导后动静脉置管完成时(基础值, T<sub>0</sub>)、手术开始即刻(AHHD后, T<sub>1</sub>)、手术开始后60min(T<sub>2</sub>)和停止降压后30min(T<sub>3</sub>)同时取动、静脉血进行血气分析及检测动脉血乳酸(LA)。据氧动力学值计算氧供(DO<sub>2</sub>),氧耗(VO<sub>2</sub>),氧摄取率(ERO<sub>2</sub>)。取同期20例仅行术中CH,未行AHHD的脊柱手术患者作对照组,对比两组术中输血量及手术前后Hct、Hb变化。【结果】试验组CVP、CO在T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>各时点均明显高于T<sub>0</sub>值(P<0.05或P<0.01),但仍在正常值范围内。在T<sub>1-3</sub>时点试验组Hct、Hb明显降低(P<0.01)。DO<sub>2</sub>在T<sub>1</sub>时点明显升高(P<0.05),在T<sub>2</sub>时点明显降低(P<0.05)。ERO<sub>2</sub>在T<sub>2</sub>时点明显高于T<sub>0</sub>值(P<0.05)。试验组VO<sub>2</sub>和LA在各时点差异无统计学意义(P>0.05)。与对照组比较,试验组输异体血比率明显减少(P=0.001),而手术前后Hct、Hb无明显差异。术后随访两组病人均无并发症发生。【结论】AHHD与CH联合可安全用于骨科脊柱手术,并明显减少术中异体血用量。

关键词:血液稀释;控制性降压;脊柱手术

中图分类号:R681.5

文献标识码:A

文章编号:1672-3554(2005)05-0587-05

## Application of Acute Hypervolemic Hemodilution Combined with Controlled Hypotension in Spinal Surgery

LI Yan-ping<sup>1</sup>, WANG Xu-dong<sup>2</sup>, LI Yu-juan<sup>1</sup>, XIA Shu-xuan<sup>1</sup>, WANG Shou-ping<sup>1</sup>, PENG Shu-ling<sup>1</sup>  
Department of Anesthesiology, The Second Affiliated Hospital, 2. Department of Anesthesiology, Cancer Hospital, SUN Yat-sen University, Guangzhou 510120, China)

**Abstract:**【Objective】To observe the effects of acute hypervolemic hemodilution (AHHD) combined with controlled hypotension (CH) on hemodynamics, oxygen transport and consumption, and the changes of lactic acid. 【Methods】Twenty patients scheduled to receive spinal surgery were infused with 60 g/L HES (15 mL/kg) before operation in 25 min after induction of anesthesia. Controlled hypotension was induced with nitroglycerin and esmolol to maintain mean arterial pressure at 55-65 mmHg, which was stopped after the main surgery procedure done. HR, BP, CVP and cardiac output (CO)(using non-invasive NCCOM-3) were continuously monitored throughout operation. Arterial and central venous blood samples were taken for blood gas analysis and determination of lactic acid concentration (LA) at four time points. Oxygen delivery (DO<sub>2</sub>), oxygen consumption (VO<sub>2</sub>), and oxygen extraction ratio (ERO<sub>2</sub>) were calculated. Another 20 patients undergoing spinal surgery without AHHD were observed as control. 【Results】CVP and CO of the test group increased significantly after AHHD at T<sub>1-3</sub>(P<0.05 or P<0.01) but within normal range. Hct and Hb decreased significantly after AHHD as compared to the value at T<sub>0</sub> in control group (P<0.01). DO<sub>2</sub> were significantly higher at T<sub>1</sub> than at T<sub>0</sub>(P<0.05), but were significantly lower at T<sub>2</sub>(P<0.05). ERO<sub>2</sub> was higher at T<sub>2</sub>(P<0.05) than at T<sub>0</sub>. There was no significant change in VO<sub>2</sub> and LA (P>0.05). Compared with the control group, the ratio of homologous packed RBC transfused was significantly lower (P=0.001). There were no significant difference in Hct and Hb before and after operation between the two groups (P>0.05). No complications resulted from CH or AHHD in any of the groups. 【Conclusion】Our data suggest that AHHD of moderate degree can be combined with CH to improve blood conservation in the patients receiving surgery.

Key word: hemodilution; controlled hypotension; spinal surgery

[J SUN Yat-sen Univ(Med Sci), 2005 26(5):587- 591]

收稿日期:2005-03-08

作者简介:李艳萍(1965-),女,河南开封人,副主任医师,硕士。E-mail:mzkwx@yahoo.com.cn

脊柱手术(如脊柱侧弯矫治术)失血量多,不可避免要输血。因输异体血而常发生一系列不良反应,如感染、发热、过敏、免疫抑制等,后果严重。控制性降压(controlled hypotension, CH)是一种常用减少手术出血的方法,已广泛地用于骨科大手术<sup>[1]</sup>。急性超容性血液稀释(acute hypervolemic hemodilution, AHHD)是近年来兴起的一种通过有效扩容减少手术用血的方法<sup>[2]</sup>。本研究拟观察 CH 与 AHHD 联合应用于脊柱手术病人的有效性及安全性。

## 1 资料和方法

### 1.1 病例选择

选择标准: 年龄 60 岁以下。ASA ~ 级, 心肺、肝肾、凝血功能正常, 术前生化指标均在正常值范围内, 红细胞压积(Hct) 33%, 血红蛋白(Hb) 110 g/L 住院拟行脊柱手术的病人。2003 年 5 月至 2004 年 6 月符合条件的患者共 40 例。手术种类包括椎管减压+椎体内固定、椎体压缩性骨折钢板内固定术、椎体血管瘤切除术、特发性脊柱侧凸矫治术、椎间盘摘除人工椎体植入术。按手术顺序编号, 利用随机数字表将患者随机分到试验组(20 人)或对照组(20 人)。试验组联合应用 CH 与 AHHD 方法, 对照组未行 AHHD, 只进行 CH。比较两种术中出血量和输血量。两组患者基本情况无明显差异( $P > 0.05$ ) (表 1)。试验组男 13 人, 女 7 人; 对照组男 12 人, 女 8 人。

表 1 两组病人基本情况对比

Table 1 Comparison of clinic data between the two groups

	n	Control	Test	F	P
Age(yr)	20	37.1 ±1.98	38.7 ±13.95	0.151	0.699
Mass(kg)	20	54.8 ±8.34	55.1 ±8.56	0.017	0.896
Height(cm)	20	163.2 ±6.36	161.8 ±7.01	0.437	0.512
Operation time(min)	20	226.5 ±37.87	214.5 ±29.15	1.261	0.269
Intraoperative urine ( mL)	20	244.0 ±56.51	258.0 ±61.35	0.736	0.396

### 1.2 实验方法

1.2.1 麻醉方法 所有病人术前禁食 12 h。术前 30 min 肌注鲁米那 2 mg/kg, 阿托品 0.01 mg/kg。麻醉诱导用咪唑安定 0.1 mg/kg、异丙酚 1~2 mg/kg、芬太尼 4 μg/kg 和爱可松 0.8 mg/kg, 静注后气管内插管, 机控呼吸。桡动脉穿刺置管, 连续监测有创血压。右颈内静脉穿刺, 监测中心静脉压(CVP)。以异氟醚、爱可松、芬太尼维持适当麻醉深度。异氟醚维持 1.2 ±0.2 MAC (最低肺泡有效浓度)。爱可松每 40 min 追加 0.15 mg/kg。根据血压、心率水平决定芬太尼用量。

1.2.2 AHHD 方法 试验组于动静脉置管完成, 手术开始前 25 min 内输入 60 g/L 羟乙基淀粉(贺斯 200/0.5, HES, 费森尤斯公司, 德国) 15 mL/kg, 使血容量增加约 20%。调整异氟醚的吸入浓度, 维持 CVP 12 cmH<sub>2</sub>O。必要时使用小剂量硝酸甘油, 使血管适度扩张, 避免急性循环负荷过重。

1.2.3 CH 方法 两组病人手术开始静注 0.1 g/L 硝酸甘油+2 g/L 艾司洛尔分别微泵输注降压。维持心率在 (75 ±10) min<sup>-1</sup>, 平均动脉压 (MAP) (60 ±5) mmHg, 最低 MAP 55 mmHg。主要手术操作完成后停止降压。

1.2.4 补液 所有病人的术前禁食所失液体量、

手术创面蒸发的水分、生理需要量和尿量以 10 mL/(kg·h) 的速度用等量的乳酸林格液补充。术中出血量以等量 60 g/L HES 补充。维持尿量大于 1 mL/(kg·h)。如果尿量偏少, 则静注速尿 20 mg, 以防体液内滞留。当 Hb 低于 75 g/L 和/或 Hct 低于 25% 则及时输浓缩红细胞。维持电解质 (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>) 在正常水平范围内。

1.2.5 测定指标 用美国 Medex 公司 NCCOM3 心血管监测仪(阻抗法)测定心功能, 测定指标为心率(HR)和心输出量(CO)。用气体浓度监测仪(芬兰, Datex Ultima)持续监测呼吸末异氟醚浓度及呼气末二氧化碳分压 (P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>)。维持 P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> (40 ±5) mmHg。用惠普 1165S 型多功能监测仪连续监测 BP、HR、中心静脉压(CVP)和心电图。分别于动静脉置管完成时(T<sub>0</sub>)、AHHD 后(T<sub>1</sub>)、手术开始后 60 min(T<sub>2</sub>, 部分患者为输异体血前)和停止降压后 30 min(T<sub>3</sub>) 记录各监测参数。同时取动、静脉血, 用美国 i-STAT 血气分析仪进行血气分析及检测动脉血乳酸(lactic acid, LA)浓度。据下列公式计算氧输送(oxygen delivery, DO<sub>2</sub>), 氧耗(oxygen consumption; VO<sub>2</sub>), 氧摄取率(oxygen extraction ratio, ERO<sub>2</sub>)。

$CaO_2 = 1.34 \times Hb \times SaO_2 + 0.0031 \times PaO_2$  (CaO<sub>2</sub>: 动脉血氧含量, arterial oxygen content; SaO<sub>2</sub>, 动脉血氧饱

和度, arterial oxygen saturation; PaO<sub>2</sub>, 动脉血氧分压, arterial partial pressure of oxygen)

$CvO_2 = 1.34 \times Hb \times SvO_2 + 0.0031 \times PVO_2$  ( $CvO_2$ : 静脉血氧含量, venous oxygen content;  $SvO_2$ : 混合静脉血氧饱和度, mixed venous oxygen saturation;  $PvO_2$ : 混合静脉血氧分压, mixed venous oxygen pressure)

$DO_2 = CI \times CaO_2 \times 10$  ( $CI$ : 心脏指数, cardiac index)

$VO_2 = CI \times (CaO_2 - CvO_2) \times 10$

$ERO_2 = VO_2 / DO_2 \times 100$

测定两组病人术前及术毕的 Hb 和 Hct。比较其失血量和输血量。

1.3 统计学处理

应用 SPSS 11.0 FOR WINDOWS 统计软件。率的比较采用 <sup>2</sup> 检验, 组间比较采用单因素完全随机设计资料的方差分析, 组内不同时间点之间比较采用重复测量资料的方差分析, 计量资料以平均数 ± 标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示。表 5 组间比较用各组 T<sub>0</sub> 与 T<sub>3</sub> 的差值, 再行方差分析。检验水准取  $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 血流动力学及 Hct、Hb 变化

试验组 AHHD 后, CVP 和 CO 明显升高 ( $P < 0.01$ ), 一直持续至术毕, 但均在正常值范围内。AHHD 后, Hct 和 Hb 明显降低 ( $P < 0.01$ ) (表 2)。

表 2 试验组病人各点血流动力学及 Hct 和 Hb 的变化

Table 2 The changes of hemodynamics, Hct, and Hb at four points in the test group

	n	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
HR(times/min) <sup>1)</sup>	20	90.2 ± 0.7	91.3 ± 8.1	77.7 ± 6.8	87.3 ± 10.2
MAP(mmHg) <sup>2)</sup>	20	84.7 ± 6.1	83.3 ± 5.7	66.2 ± 6.3	83.4 ± 7.4
CVP(cmH <sub>2</sub> O) <sup>3)</sup>	20	6.7 ± 1.7	9.3 ± 2.2	8.8 ± 1.8	8.9 ± 1.8
CO(L/min) <sup>4)</sup>	20	4.9 ± 0.3	5.9 ± 0.3	5.2 ± 0.4	5.3 ± 0.5
Hct(%) <sup>5)</sup>	20	38.8 ± 4.1	31.9 ± 2.4	27.9 ± 2.6	30.1 ± 2.8
Hb(g/L) <sup>6)</sup>	20	131.1 ± 1.8	102.6 ± 9.5	94.8 ± 1.6	98.9 ± 4.7

HR: heart rate; MAP: mean artery pressure; CVP: central venous pressure; CO: cardiac output; Hct: hematocrit; Hb: hemoglobin. T<sub>0</sub>: when arterial and central venous catheter finished; T<sub>1</sub>: after acute hypervolemic hemodilution; T<sub>2</sub>: 60 min after operation beginning; T<sub>3</sub>: 30 min after controlled hypotension stop; T<sub>1-3</sub> compared with T<sub>0</sub> repeated measures. 1) HR: T<sub>1</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.379; T<sub>2</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.000; T<sub>3</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.065. 2) MAP: T<sub>1</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.170; T<sub>2</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.000; T<sub>3</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.287. 3) CVP: T<sub>1</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.000; T<sub>2</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.000; T<sub>3</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.000. 4) CO: T<sub>1</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.000; T<sub>2</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.002; T<sub>3</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.002. 5) Hct: T<sub>1</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.000; T<sub>2</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.000; T<sub>3</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.000. 6) Hb: T<sub>1</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.000; T<sub>2</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.000; T<sub>3</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.000

2.2 DO<sub>2</sub>, VO<sub>2</sub>, ERO<sub>2</sub> 和 LA 变化

AHHD 后, 试验组 DO<sub>2</sub> 在 T<sub>1</sub> 明显升高, 在 T<sub>2</sub> 点则明显降低 ( $P < 0.05$ )。ERO<sub>2</sub> 在 T<sub>2</sub> 点显著高于 T<sub>0</sub>

( $P < 0.05$ )。VO<sub>2</sub> 和 LA 在各时点无明显差异 ( $P > 0.05$ ) (表 3)。

表 3 试验组病人各点 DO<sub>2</sub>、VO<sub>2</sub>、ERO<sub>2</sub> 及 LA 的变化

Table 3 The changes of DO<sub>2</sub>, VO<sub>2</sub>, ERO<sub>2</sub>, and LA at four points in the test group

	n	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
DO <sub>2</sub> mL/(min·m <sup>2</sup> ) <sup>1)</sup>	20	579.0 ± 50.4	598.5 ± 39.1	537.0 ± 48.7	569.4 ± 48.6
VO <sub>2</sub> mL/(min·m <sup>2</sup> ) <sup>2)</sup>	20	92.8 ± 7.9	95.5 ± 7.3	90.8 ± 5.0	94.8 ± 8.6
ERO <sub>2</sub> (%) <sup>3)</sup>	20	16.2 ± 3.6	16.1 ± 3.4	17.2 ± 3.9 <sup>1)</sup>	16.8 ± 4.1
LA(mmol/L) <sup>4)</sup>	20	1.73 ± 0.14	1.68 ± 0.16	1.79 ± 0.09	1.76 ± 0.12

DO<sub>2</sub>: oxygen delivery; VO<sub>2</sub>: oxygen consumption; ERO<sub>2</sub>: oxygen extraction ratio; LA: lactic acid concentration. T<sub>1-3</sub> compared with T<sub>0</sub> repeated measures. 1) DO<sub>2</sub>: T<sub>1</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.002; T<sub>2</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.002; T<sub>3</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.185. 2) VO<sub>2</sub>: T<sub>1</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.079; T<sub>2</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.000; T<sub>3</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.287. 3) ERO<sub>2</sub>: T<sub>1</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.379; T<sub>2</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.332; T<sub>3</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.332. 4) LA: T<sub>1</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.170; T<sub>2</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.090; T<sub>3</sub>-T<sub>0</sub>, P = 0.407

2.3 两组输血情况比较

试验组有 8 例术中 Hb 低于 75 g/L 和/或 Hct 低于 25% 需输浓缩红细胞 (占 40.0%), 库血总用量 16 单位 (U)。对照组中 18 例需输浓缩红细胞 2-9 U (占 90.0%), 总用量 63U。两组比率差别有统计学

意义 ( $P = 0.001$ ) (表 4)。两组患者术中出血量比较差别有统计学意义 ( $P < 0.001$ )。两组在 T<sub>3</sub> 点 Hct 和 Hb 均低于 T<sub>0</sub> 点 ( $P < 0.01$ ), 但两组间比较差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ) (表 5)。

2.4 术后随访

表 4 两组病人输库血人数

Table 4 Comparison of the number of patients transfused with homologous packed RBC between the two groups

	Number of patients transfused with homologous packed RBC			Total	Ratio of homologous blood transfused(%)
	n	Yes	No		
Test	20	8	12	20	40
Control	20	18	2	20	90

$\chi^2=10.989, P=0.001$

表 5 两组病人手术前后 Hct、Hb 对比

Table 5 Comparison of Hct and Hb between the two groups ( $\bar{x} \pm s$ )

	n	Control	Test	F	P
Blood loss(mL)	20	823.0 $\pm$ 73.65	490.5 $\pm$ 62.24	21.848	0.000
Hct(%)	T <sub>0</sub>	37.7 $\pm$ 4.11	38.8 $\pm$ 4.09	0.787	0.381
	T <sub>3</sub>	30.2 $\pm$ 3.17 <sup>1)</sup>	30.1 $\pm$ 2.75 <sup>2)</sup>	0.029	0.865
	T <sub>0</sub> -T <sub>3</sub>	7.5 $\pm$ 4.3	8.8 $\pm$ 5.9	0.029	0.427
Hb(g/L)	T <sub>0</sub>	129.1 $\pm$ 9.89	131.1 $\pm$ 11.77	0.323	0.573
	T <sub>3</sub>	96.6 $\pm$ 3.10 <sup>3)</sup>	98.9 $\pm$ 4.71 <sup>4)</sup>	0.275	0.603
	T <sub>0</sub> -T <sub>3</sub>	32.5 $\pm$ 4.9	32.2 $\pm$ 21.8	0.004	0.952

A. Compared between the two groups using one-way ANOVA; B. T<sub>3</sub> compared with T<sub>0</sub> within each group using paired-sample t test: 1) t = 7.812, P = 0.000; 2) t = 6.650, P = 0.000, 3) t = 9.757, P = 0.000, 4) t = 6.586, P = 0.000

尔是一种高选择性  $\alpha_1$  受体阻滞剂, 具有起效快 (T<sub>1/2</sub> 为 2 min), 作用时间短 (T<sub>1/2</sub> 为 9 min), 并迅速逆转的特点。如与硝酸甘油合用可防止心率增快, 减少降压时心脏做功及心肌氧耗量, 同时也减少硝酸甘油的用量, 达到防止快速耐药的目的。有研究表明它可安全用于矫形及鼻窦镜手术时的控制性降压<sup>[3,4]</sup>。本研究降压过程中维持平均动脉压 (MAP) (60 $\pm$ 5) mmHg, 减压程度约为原 MAP 水平的 20%~30%。这一低压水平对于健康情况良好的患者可耐受 1.5 h<sup>[5]</sup>。两组病人降压时间均在安全时限内。

AHHD 是目前新兴的血液保护方法<sup>[6]</sup>。与急性等容性血液稀释 (ANH) 相比具有操作简单、省时、减少污染的优点, 更易于推广。AHHD 下血液稀释, 保证了足够的血容量储备, 从而也减少了术中血液有形成分的丢失。监测 Hb 及 Hct 发现试验组低于临界值的明显少于对照组, 因而总的异体血用量减少。

血液稀释联合控制性降压有取长补短的好处。一方面, 适度的血液稀释使 Hct 和 Hb 下降, 血流粘滞度减小, 血流速度增快, 微循环得到改善<sup>[7]</sup>, 弥补了控制性降压血管扩张、血流减慢的不足, 有利于氧的输送。一般情况下控制性降压后 CO 减少、DO<sub>2</sub> 降低, AHHD 则有增加 CO 升高 DO<sub>2</sub> 的作用。

两组病人术后均未出现肺水肿、心肾功能损害及异常出血的情况。恢复良好, 痊愈出院。

### 3 讨论

研究表明, 术中控制性降压 (CH) 可降低大血管内的张力, 减少手术野渗血, 是减少异体输血常用的方法。CH 的用药如硝酸甘油 (nitroglycerin) 可以松弛血管平滑肌, 舒张全身静脉和动脉。艾司洛

因而, 血液稀释时 DO<sub>2</sub> 增加, 提高了病人的氧供, 避免了组织器官缺氧的发生。虽然联合控制性降压期间 DO<sub>2</sub> 有所降低, 但术毕即恢复至术前水平。另一方面, 控制性降压可使血管内压降低, 具有平衡组织液生成滤过的作用, 克服了单纯血液稀释时组织间液增多的缺点。血液稀释联合控制性降压后, 外周血管阻力下降, 既可避免或减少短时间内容量负荷过重的危险, 又可减少创面的失血。

正常情况下氧供在一定范围内波动, 氧耗可保持不变。氧供能否满足机体氧耗的需要, 是判断 AHHD 联合 CH 是否安全可行的金标准。当氧耗随氧供减少而减少, 出现病理性氧供依赖, 同时伴随着血乳酸的升高, 是组织缺氧的表现。文献报道极限氧供为 330 mL/(min·m<sup>2</sup>)<sup>[8]</sup>。但在血液稀释状态下, 由于血液黏度降低, 改善了微循环, 极限氧供可以大大降低<sup>[9]</sup>。本研究控制性降压后氧供有所降低, 但远在极限水平之上, 所以并未出现氧耗的下降, 而且动脉血乳酸也基本保持不变, 说明组织的氧合状况满意, 未出现组织缺氧和无氧酵解的现象。一般认为行血液稀释时 Hb 应不低于 75 g/L 和/或 Hct 应在 25% 以上<sup>[10]</sup>。当 Hct 低于 25% 时, 血乳酸升高表明机体在组织代谢水平的氧供给不能完全得以满足, 有无氧代谢发生<sup>[11]</sup>。故本研究以此值作为异体输血的界限。

以上结果显示,适度的 AHHD,即 Hct 高于 25%,合并控制性降压程度不超过原 MAP 水平的 20%~30%,不会引起机体氧供需失衡而导致氧耗减少。然而,本试验未对心、脑、肝肾等重要器官的血流变化进行测定。有待今后进一步的深入研究。总之,急性超容性血液稀释联合艾司洛尔控制性降压比单独降压能更有效地节约用血。对心血管功能正常的病人,只要保证血液稀释和降压过程中 Hb 和 Hct 在安全界限之上,就不会导致机体氧供需失衡。

#### 参考文献:

- [1] Tobias JD. Strategies for minimizing blood loss in orthopedic surgery [J]. *Semin Hematol*, 2004, 41(1 Suppl): 145-56.
- [2] 刘克玄,黄雄庆,陈秉学,等.急性超容性血液稀释应用于围术期节约用血的可行性[J]. *中华麻醉学杂志*, 2002, 22(2): 71-4.
- [3] Lim YJ, Kim CS, Bahk JH, et al. Clinical trial of esmolol-induced controlled hypotension with or without acute normovolemic hemodilution in spinal surgery [J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2003, 47(1):74-8.
- [4] Takeda S, Masuda R, Kanazawa T, et al. Esmolol attenuates hepatic blood flow responses during sodium nitroprusside-induced hypotension in dogs[J]. *Can J Anaesth*, 2004, 51(4): 348-53.
- [5] 杨拔贤. 控制性降压和全身低温[A]. 见:吴在德. 外科学[M]. 第5版. 北京:人民卫生出版社,2000. 123-5.
- [6] Molter GP, Soltesz S, Larsen R, et al. Haemodynamic effects following preoperative hypervolemic haemodilution with hypertonic hyperoncotic colloid solutions in coronary artery bypass graft surgery [J]. *Anaesthetist*, 2003, 52(10): 905-18.
- [7] 杨利和,陈卓毅,姚小武. 术前血液稀释性自体输血在口腔颌面外科中的应用 [J]. *中山大学学报医学科学版*, 2002, 23(5S): 132-133.
- [8] 蒋豪. 氧供需平衡监测及其意义[A]. 见:庄心良,曾因明,陈伯奎. 现代麻醉学 [M]. 第3版. 北京:人民卫生出版社,2004. 1953-5.
- [9] Torres Filho IP, Spiess BD, Pittman RN, et al. Experimental analysis of critical oxygen delivery [J]. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 2005, 288(3):H1071-9.
- [10] Freitag M, Standl T, Horn EP, et al. Acute normovolaemic haemodilution beyond a haematocrit of 25%: ratio of skeletal muscle tissue oxygen tension and cardiac index is not maintained in the healthy dog [J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2002,19(7):487-94.
- [11] Murray D. Acute normovolemic hemodilution [J]. *Eur Spine J*, 2004, 13(Suppl 1): S72-5.

(编辑 张敏瑞)