临床研究 文章编号:0253-3626(2010)02-0249-04

高渗氯化钠羟乙基淀粉 40 用于颅内动脉瘤夹闭术控制性降压前扩容治疗的临床研究

何开华,魏 珂,闵 苏,曹 俊,王 彬,黎 平
(重庆医科大学附属第一医院麻醉科,重庆 400016)

【摘 要】目的:探讨将高渗氯化钠羟乙基淀粉 40(HH40)用于颅内动脉瘤夹闭术控制性降压前的扩容治疗效果,并观察其对患者电解质、酸碱平衡及血液流变学的影响。方法:ASA Ⅰ或Ⅱ级择期行颅内动脉瘤夹闭术患者 40 例,随机分至羟乙基淀粉溶液组(C 组)和 HH40 组(H 组),每组 20 例。2 组患者从手术开始至硬膜切开前均输注复方电解质溶液。硬膜切开后 H 组开始输注 HH40 液 250 ml,C 组输注羟乙基淀粉溶液 500 ml,均在 30 min 内输完,其后至术毕两组均输注复方氯化钠溶液。测定并记录切皮前(T_0)、硬膜切开时(T_1)、硬膜切开后 30 min(T_2)、降压开始时(T_3)、动脉瘤夹闭后即刻(T_4)、术毕(T_5)、术后 1 h(T_6)、2 h(T_7)、24 h(T_8)的 HR、MAP、CVP、动脉血气、电解质,血糖并计算各时点晶体渗透浓度,测定 $T_{1\text{-}5}$ 时全血粘度。术毕统计出血量、输液量、尿量。术后 4 h、术后第 1 d、第 3 d、及第 7 d 随访病人,记录有无术后神经系统并发症,如偏瘫、失语及精神障碍等。结果:H 组 1 例术中输注甘露醇,C 组 1 例在动脉瘤夹闭前发生破裂出血,均除外本试验。与 T_0 时相比,T_4 时 2 组平均动脉压(Mean arterial pressure,MAP)均降低,C 组 CVP 降低,而 $T_{5\text{-}7}$ 时两组中心静脉压(Centrol venous pressure,CVP)均升高($P<0.05$);与 C 组比较,$T_{3\text{-}5}$ 时 H 组 CVP 较高($P<0.05$)。T_2 时 H 组血浆 Na^+ 浓度及晶体渗透浓度均较 T_0 时升高($P<0.05$),且高于 C 组($P<0.05$)。$T_{3\text{-}8}$ 时两组 GLU 均较 T_0 时明显升高($P<0.05$)。$T_{3\text{-}6}$ 时 2 组 3 种切变率粘度均较 T_0 时降低($P<0.05$),H 组高切、低切变率粘度 $T_{3,4}$ 时低于 C 组($P<0.05$)。术中两组出血量及输液量差异无统计学意义($P>0.05$),术毕 H 组尿量较 C 组多($P<0.05$)。术后 2 组各有 2 例出现神经系统并发症偏瘫或失语,H 组 1 例出现脑器质性精神障碍,两组间神经系统并发症发生率差异无统计学意义($P>0.05$)。结论:动脉瘤夹闭术控制性降压前使用 HH40 液 250 ml 可有效扩容并降低血粘度,改善脏器灌注。输入 HH40 后可短暂升高 Na^+ 浓度,但并不引起电解质、酸碱平衡紊乱。

【关键词】高渗盐溶液;酸碱平衡;血液流变学;颅内动脉瘤
【中国图书分类法分类号】R614.2 【文献标识码】A 【收稿日期】2009-01-08

The effect of hypertonic sodium chloride Hydroxylethyl Starch 40 on volume expansion, electrolytes and acid-base balance in patients undergoing intracranial aneurysm surgery

HE Kai-hua, et al
(*Department of Anesthesiology, the First Affiliated Hospital, Chongqing Medical University*)

【Abstract】*Objective*: To investigate the effect of hypertonic sodium chloride hydroxylethyl starch 40 (HH40) infused intravenously for volume expansion before controlled hypotension on electrolytes and acid-base balance in intracranial aneurysm surgery. *Methods*: Forty ASA Ⅰ or Ⅱ patients aged 22~67 years, weighing 46~72 kg, scheduled for intracranial aneurysm surgery were randomly allocated to one of two groups: HH40 group (n=20) and control group (n=20). Anesthesia was induced with midazolam 0.1~0.15 mg/kg, fentanyl 4 ~ 5 μg/kg and vecuronium 0.1~0.2 mg/kg. The patients were mechanically ventilated after tracheal intubation and $PetCO_2$ were maintained 25~30 mmHg by modulating V_T and RR. Anesthesia was maintained by propofol and remifentanil pumped intravenously and inhalation of isoflurane 0.5 ~ 2 vol%. Before segregaton of the aneurysm, nitroprusside sodium was pumped with 0.3~0.8 μg/kg/min intravenously to induce hypotension. The left femoral artery was cannulated to collect arterial blood gases and measure mean arterial pressure (MAP). A central venous catheter was placed via right internal jugular vein to measure central venous pressure (CVP)and collect venous blood samples. During the first 30 minutes after meninx fibrosa incision, HH40 group was infused with HH40 250 ml whereas the control group with isotonic hydroxylethyl starch 500 ml. Normal saline solution was used in both groups in the other time of the surgery. HR, MAP, CVP, arterial blood gases, electrolytes, blood sugar and hemorheology were measured before surgical incision(T_0), before

作者介绍:何开华(1965-),男,副主任医师,
研究方向:器官移植麻醉和危重症麻醉。

meninx fibrosa incision(T_1), 30 minutes after meninx fibrosa incision(T_2), at the beginning of controlled hypotention(T_3), just after the clipping of the aneurysm(T_4), at the end of the surgery(T_5), 1h after the surgery(T_6), 2 h after the surgery(T_7), Crystalloid osmolality was calculated by the equation: OSM (mmol/L)=2 (Na^+ mmol/L +K^+mmol/L)+blood sugar (mmol/L)at each time point as mentioned above. Blood loss, infused solution volume and urinary volume were measured at the end of the surgery. The patients were followed-up for one week after the operation to observe the neurological complication. *Results*: Each group excluded one patient for the rupture of the aneurysm and use of mannitol. Compared with T_0, MAP in both groups and CVP in the control group were decreased at T_4, while CVP in both groups were increased significantly during T_{5-7}. CVP in HH40 group was higher than that in the control group during T_{3-5}. Plasma sodium concentration and crystal osmolality in HH40 group were increased significantly in T_2 compared with T_0 and were higher thanthose in control group. Blood sugar was increased during T_{3-8} in both groups. Blood viscosity in both groups were decreased during T_{3-6} as compared with T_0, and the data was lower in HH40 group than those in control group during T_{3-4}. *Conclusion*: HH40 250 ml can be safely used in intracranial aneurysm surgery for its benefits in volume expansion and organ perfusion by decreasing the blood viscosity without disordering the electrolytes and acid-base balance.

【Key words】 Hypertonic saline solution; Acid-base balance; Hemorheology; Intracranial aneurysm

高渗氯化钠羟乙基淀粉 40(HH40)含 4.2%的高渗氯化钠及 7.6%的高渗羟乙基淀粉,目前临床主要将其用于失血性休克的抢救治疗。与传统等渗液相比,HH40 具有扩容效率高,作用迅速,改善微循环及减轻组织水肿等优势,其作用机制与同时提高晶体与胶体渗透压有关[1,2]。HH40 液用于颅脑手术目前报道不多。本研究将 HH40 用于该类手术控制性降压前的扩容治疗,并观察其对酸碱平衡、渗透压及血液流变学的影响。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选择 ASA Ⅰ或Ⅱ级择期行颅内动脉瘤夹闭术患者 40 例(前交通动脉瘤 14 例,后交通动脉瘤 16 例,大脑中动脉瘤 6 例,大脑前动脉瘤 4 例),男 24 例,女 16 例,年龄 22~67 岁,体重 46~72 kg。所有病例术前无贫血及电解质紊乱,无冠心病、糖尿病及严重肝肾病史,凝血功能均正常,既往无癫痫发作及偏瘫失语等神经系统功能障碍病史,无其他神经精神疾病史。所选病例随机分为羟乙基淀粉溶液组(C 组)和 HH40 组(H 组)。

患者入室后,常规监测 ECG、HR、BP、SpO_2 和 RR。开放静脉后 2 组均输注复方电解质溶液。左侧桡动脉穿刺置管监测动脉压。监测鼻咽温度并通过变温毯维持体温于 36~37℃。静脉注射咪达唑伦 0.1~0.15 mg/kg,维库溴铵 0.1~0.2 mg/kg,芬太尼 4~5 μg/kg 诱导,成功后行气管插管,连接德国 Drager Fabius 多功能麻醉机行纯氧机械通气,潮气量(V_T)10~12 ml/kg,频率(RR)12~16 次/min,接旁气流监测仪测定吸入/呼出异氟醚浓度及 $PetCO_2$,维持 $PetCO_2$ 于 25~30 mmHg。持续静脉泵注瑞芬太尼,吸入异氟醚 0.5%~2%维持麻醉深度。诱导后置入导尿管监测尿量,右侧颈内静脉穿刺置管监测中心静脉压(CVP),术中通过调整输液维持 CVP 于 12~18 cm H_2O。分离瘤体时静脉泵注硝普钠[0.3~0.8 μg/(kg·min)]开始控制性降压(MAP 降至诱导前的 30%~40%),瘤体夹闭后终止降压。

2 组患者从手术开始至硬膜切开前均输注复方电解质溶液。硬膜切开后 H 组开始输注 HH40 液 250 ml,C 组输注羟乙基淀粉溶液 500 ml,均在 30 min 内输完,其后两组继续输注复方氯化钠溶液。术中于分离瘤体时开始实施控制性降压,降压幅度与诱导前 MAP 比较下降 30%~40%,夹闭瘤体后终止降压。术中若血红蛋白 <80 g/L 或(和)血球压积 <25%,则适当输入浓缩红细胞。术中若发生动脉瘤体破裂,出血较多,输血量超过 400ml 而需额外补充胶体液或打开颅骨后需输注甘露醇降颅压者,则终止本试验。

1.2 观察指标

记录切皮前(T_0)、硬膜切开时(T_1)、硬膜切开后 30min(T_2)、降压开始时(T_3)、动脉瘤夹闭后即刻(T_4)、术毕(T_5)、术后 1 h(T_6)、2 h(T_7)的 HR、MAP 及 CVP,测定上述各时点的动脉血气、电解质、血糖、血液粘度(PRECIL LBY-N6B 血液粘度计,北京),分别于术后 4 h、术后第 1 d、第 3 d、及第 7 d 随访病人,记录有无术后神经系统并发症,如偏瘫、失语及精神障碍等。并根据血液中 Na^+、K^+ 及血糖的浓度,按下式计算上述各时间点血液的晶体渗透压(Osmonality, OSM):

OSM(mmol/L)=2(Na^+mmol/L+K^+mmol/L)+ 血糖(mmol/L)[3]。术毕统计出血量、输液量、尿量。

1.3 统计学处理

采用 SPSS10.0 统计学软件,计量资料采用均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示。组内各时间点的比较采用单因素方差分析,组间比较采用成组 t 检验。术后神经系统并发症的组间比较采用 χ^2 检验。$P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

H 组 1 例术中输注甘露醇,C 组 1 例在动脉瘤夹闭前发生破裂出血,均除外本试验。两组术前一般情况差异无统计

学意义($P>0.05$)。术中出血量及输液量差异无统计学意义($P>0.05$)。术毕 H 组尿量较 C 组多($P<0.05$)。

与 T_0 时相比,T_4 时两组 MAP 均降低,C 组 CVP 降低,而 $T_{5\text{-}7}$ 时两组 CVP 均升高($P<0.05$);与 C 组比较,$T_{3\text{-}5}$ 时 H 组 CVP 较高($P<0.05$)。见表 2。

与 T_0 时比较,T_2 时 H 组血浆 Na^+ 浓度及渗透压均升高($P<0.05$),且高于 C 组($P<0.05$)。$T_{3\text{-}8}$ 时两组 GLU 均较 T_0 时明显升高($P<0.05$)。见表 3。

与 T_0 时相比,$T_{2\text{-}6}$ 时 H 组 3 种切变率粘度,C 组中切、低切变率粘度均降低($P<0.05$),T_7 时除 H 组中切变率,C 组高切变率粘度外其余切变率粘度均降低($P<0.05$);H 组高切、低切变率粘度 $T_{3,4}$ 时低于 C 组($P<0.05$),中切变率粘度在 T_4 时低于 C 组($P<0.05$)。见表 4。

术后随访:2 组各有 2 例患者术后出现神经系统并发症偏瘫或失语,H 组 1 例出现脑器质性精神障碍,2 组间神经系统并发症发生率差异无统计学意义。

3 讨 论

HH40 液含高浓度的氯化钠,但现有的研究表明,在推荐剂量内(单次最大剂量 750 ml)使用高渗液并不引起高钠血症和酸碱平衡改变[4]。目前临床对 HH40 用于颅脑外伤手术仍有顾虑,其原因与颅脑损伤本身常继发高钠血症有关,后者可加重脑细胞损伤[5]。与脑外伤病例相比,颅内动脉瘤手术患者术前多无脑细胞损害和电解质、酸碱平衡紊乱,而此类手术时既要求适当降低颅内压以保护脑组织,又要求控制性降压以便于分离及夹闭瘤体,同时还必须将 MAP 维持于脑血流自身调节的范围内,并适当扩容以保持脑灌注[6]。本研究

表 1 2 组术中一般情况比较 (n=19,$\bar{x}\pm s$)

组别	手术时间(min)	出血量(ml)	输液量 (ml)	输血量(ml)	尿量(ml)
H 组	209 ± 25	625 ± 62	3 380 ± 151	277 ± 53	650 ± 48*
C 组	223 ± 27	664 ± 35	3 359 ± 160	290 ± 67	580 ± 72

与 C 组比较 *P<0.05

表 2 2 组术中及术后各时点血流动力学的变化 (n=19,$\bar{x}\pm s$)

指标	组别	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7
MAP(mmHg)	H 组	75.2 ± 15.7	80.5 ± 18.3	73.4 ± 19.6	80.5 ± 12.2	59.8 ± 7.3#	71.2 ± 18.5	75.3 ± 19.2	72.6 ± 11.1
	C 组	72.5 ± 11.7	79.4 ± 10.1	71.8 ± 15.2	75.6 ± 14.1	61.7 ± 11.4#	75.3 ± 18.2	71.6 ± 16.4	67.8 ± 12.8
CVP(mmHg)	H 组	8.4 ± 2.5	9.2 ± 2.3	8.4 ± 1.5	11.2 ± 2.2*#	9.1 ± 0.9*	11.6 ± 2.7*#	10.5 ± 1.8#	9.8 ± 1.6#
	C 组	8.7 ± 1.9	9.0 ± 1.2	8.2 ± 1.0	8.9 ± 1.8	6.5 ± 1.7#	10.2 ± 1.9#	10.2 ± 0.9#	10.3 ± 12#
HR(次/min)	H 组	82.6 ± 9.1	85.5 ± 7.7	79.8 ± 7.3	76.2 ± 11.4	92.2 ± 7.4	86.7 ± 5.5	83.2 ± 6.9	80.1 ± 3.8
	C 组	79.2 ± 13.6	81.7 ± 11.2	80.0 ± 7.5	81.8 ± 12.4	89.2 ± 15.3	85.6 ± 8.3	82.8 ± 9.1	84.7 ± 11.6

与 C 组比较 *P<0.05,与 T_0 比较 #P<0.05

表 3 2 组术中及术后各时点电解质、血气 (n=19,$\bar{x}\pm s$)

指标	组别	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7
Na^+(mmol/L)	H 组	138.62 ± 2.30	138.28 ± 3.17	142.17 ± 3.50*#	139.45 ± 4.71	137.85 ± 4.45	141.19 ± 3.61	137.95 ± 3.43	136.76 ± 4.83
	C 组	136.92 ± 4.51	137.39 ± 6.10	137.76 ± 4.82	138.64 ± 6.15	138.75 ± 5.50	139.39 ± 3.57	139.57 ± 3.20	135.89 ± 3.58
K^+ (mmol/L)	H 组	3.63 ± 0.31	3.72 ± 0.28	3.76 ± 0.51	3.65 ± 0.33	3.47 ± 0.34	3.56 ± 0.44	3.65 ± 0.32	3.57 ± 0.38
	C 组	3.59 ± 0.35	3.64 ± 0.22	3.61 ± 0.47	3.58 ± 0.36	3.56 ± 0.36	3.48 ± 0.35	3.55 ± 0.47	3.63 ± 0.51
Cl^-(mmol/L)	H 组	97.34 ± 3.17	97.82 ± 2.77	98.36 ± 2.42	97.47 ± 2.60	97.16 ± 3.43	98.72 ± 3.23	98.31 ± 3.20	97.70 ± 2.45
	C 组	98.15 ± 4.60	98.20 ± 3.45	97.93 ± 2.64	97.67 ± 2.12	97.60 ± 3.27	97.80 ± 3.15	98.04 ± 2.58	98.33 ± 1.92
GLU(mmol/L)	H 组	6.90 ± 2.53	7.35 ± 2.09	7.94 ± 2.63	8.46 ± 3.08#	8.92 ± 2.80#	8.83 ± 2.91#	8.08 ± 2.74#	8.15 ± 3.11#
	C 组	7.36 ± 2.80	7.71 ± 1.94	8.06 ± 3.03	8.47 ± 2.12#	8.55 ± 2.53#	8.76 ± 3.12#	8.34 ± 2.90#	8.27 ± 3.21#
OSM(mmol/L)	H 组	286.07 ± 6.6	288.71 ± 7.59	297.38 ± 11.10*#	291.73 ± 8.26	289.50 ± 9.20	293.65 ± 12.13	287.70 ± 8.14	285.88 ± 9.30
	C 组	288.31 ± 10.02	290.41 ± 11.70	289.90 ± 8.43	290.20 ± 9.30	291.70 ± 11.21	290.58 ± 12.80	289.71 ± 10.35	283.62 ± 6.08
PCO_2 (mmHg)	H 组	37.21 ± 3.18	35.40 ± 3.05	35.27 ± 2.20	34.50 ± 2.31	33.77 ± 2.50	36.28 ± 3.51	37.67 ± 2.81.	37.39 ± 2.33
	C 组	36.53 ± 2.15	36.27 ± 1.08	35.59 ± 4.50	33.73 ± 1.91	35.17 ± 3.25	36.81 ± 3.55	38.32 ± 4.07	38.14 ± 3.46
HCO_3^-(mmol/L)	H 组	27.26 ± 3.70	25.57 ± 2.12	26.56 ± 1.37	26.50 ± 2.20	26.45 ± 2.71	25.93 ± 1.64	25.27 ± 0.93	24.98 ± 1.91
	C 组	26.49 ± 2.92	26.77 ± 2.08	25.53 ± 2.50	25.81 ± 1.90	26.27 ± 2.05	25.78 ± 2.72	25.35 ± 2.18	26.00 ± 2.07
pH	H 组	7.43 ± 0.05	7.45 ± 0.11	7.46 ± 0.09	7.45 ± 0.10	7.42 ± 0.08	7.45 ± 0.05	7.44 ± 0.08	7.45 ± 0.07
	C 组	7.44 ± 0.06	7.44 ± 0.07	7.46 ± 0.06	7.45 ± 0.08	7.44 ± 0.03	7.46 ± 0.07	7.45 ± 0.04	7.45 ± 0.05

与 C 组比较 *P<0.05,与 T_0 比较 #P<0.05

表 4 2 组术中各时点血液流变学的变化 (n=19, $\bar{x} \pm s$)

指标	组别	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7
高切变率粘度	H 组	4.6 ± 0.4	4.6 ± 0.5	4.3 ± 0.5#	3.9 ± 0.4*#	3.8 ± 0.5*##	4.0 ± 0.4##	4.2 ± 0.3#	4.3 ± 0.4#
	C 组	4.6 ± 0.3	4.5 ± 0.3	4.4 ± 0.2	4.2 ± 0.3#	4.2 ± 0.5#	4.1 ± 0.5##	4.2 ± 0.4#	4.2 ± 1.5
中切变率粘度	H 组	5.6 ± 1.0	5.5 ± 0.6	5.2 ± 0.4#	5.0 ± 0.4##	4.8 ± 0.4*##	5.2 ± 0.6#	5.3 ± 0.8#	5.4 ± 1.1
	C 组	5.7 ± 0.7	5.5 ± 0.7	5.4 ± 0.3#	5.1 ± 0.4##	5.2 ± 0.3##	5.2 ± 0.4#	5.2 ± 0.9#	5.3 ± 0.7#
低切变率粘度	H 组	11.5 ± 3.9	10.3 ± 1.2	8.1 ± 1.8*#	7.2 ± 1.7*##	7.1 ± 0.6*##	8.4 ± 1.9#	9.4 ± 2.1#	9.7 ± 1.9#
	C 组	11.2 ± 3.7	10.0 ± 1.8	9.5 ± 2.3#	8.4 ± 2.9#	9.0 ± 1.3#	9.1 ± 0.74#	9.2 ± 1.8#	9.3 ± 2.0#

与 C 组比较 * P<0.05，与 T_0 比较 # P<0.05 ## P<0.01

选择术前无神经功能障碍，肝肾功、电解质正常的脑动脉瘤手术患者作为研究对象，在实施控制性降压前使用 HH40 液进行扩容，以期发挥其改善微(脑)循环、减轻组织(脑)水肿等优势，并通过观察其对术中电解质、酸碱平衡及术后脑功能恢复的影响，探讨将其用于此类手术时的安全性。尽管已知 HH40 液的扩容效力高于等渗胶体液，但目前仍缺乏对两者用于扩容时等效剂量的研究，因此本研究采用 1:2(250:500)的剂量比进行给药，并控制输液时间为 30 min。为避免术后其它治疗药物和措施对体内酸碱平衡和电解质的影响，本试验仅观察术前至术后 2 h 期间各指标的变化。

本研究显示，虽然无 1 例出现高 Na 血症($[Na^+]$>145 mmol/L)，但与两倍体积的等渗胶体液相比，输入 HH40 液 250 ml 后血浆 Na^+ 浓度和血浆渗透压可迅速提高，而此时 CVP、MAP 等血流动力学指标及血粘度变化并不明显。开始控制性降压时，H 组血浆 Na^+ 浓度已降至一般水平，而此时 CVP 明显增加，血粘度降低，与扩容后血液稀释有关。该效应可持续约 2 h，至术毕时两组间各指标并无明显差异。提示输入 HH40 液 250 ml 后可出现迅速而短暂的血浆 Na^+ 浓度升高，随后才发挥其扩容作用。本研究还发现，与其扩容效应不一致的是，输入 HH40 液后与输入两倍体积的等渗胶体液相比，各时间点 MAP 并无明显差异，可能与以下因素有关：(1) HH40 虽然能通过扩容增加心输出量，但同时也使血粘度降低，后者是影响外周阻力的因素之一[7]；(2)对 MAP 的影响滞后于其扩容作用，在本试验中受到控制性降压的干扰。本研究中，H 组术毕尿量明显多于等渗胶体液组，结合血粘度降低等结果，表明 HH40 液确有助于改善全身循环和脏器灌注。术后 2 组神经功能障碍发生率无显著性差异，由于本试验未采用大样本研究，因此 HH40 液对该类患者术后神经功能预后的影响仍有待进一步探讨。

为避免乳酸盐对酸碱平衡的影响，本研究中 2 组晶体液均使用复方氯化钠溶液。由于采用适度过度通气，2 组 $PaCO_2$ 均较低且 PH 值偏高，但 2 组中无 1 例出现代谢性酸碱平衡紊乱。虽然 H 组输注 HH40 液后出现 Na^+ 一过性增加，但并未出现血浆 Cl^- 浓度的相应升高，可能与血液稀释及机体代偿有关[8]。

综上所述，动脉瘤夹闭术控制性降压前使用 HH40 液 250 ml 可有效扩容并降低血粘度、改善脏器灌注。尽管输入本品后可短暂升高 Na^+ 浓度，但并不引起电解质、酸碱平衡紊乱。

参 考 文 献

[1] Gonazales E A. Fluid resuscitation in the trauma patient[J].teauma Nurs,2008,15(3):149-157.

[2] 望亭松，一 鸣，戴然然，等. 高渗氯化钠羟乙基淀粉 40 治疗失血性休克的临床研究[J].上海第二医科大学学报,2005,25(3):286-288.

[3] 张树基，罗明绮. 水、电解质、酸碱平衡失调的判定与处理[M]. 第 1 版. 北京：北京医科大学、中国协和医科大学联合出版社，1998. 2.

[4] Dirk B, Andreas B, Markus R, et al. Effect of hypertonic saline dextran on acid-base balance in patients undergoing surgery of abdominal aortic aneurysm[J]. Crit Care Med,2005,33(3): 556-564.

[5] 袁慧琳，沙瑞娟，张 宙. 高钠血症对脑部疾病患者预后的影响[J]. 临床神经外科杂志，2006,3(2):77-78.

[6] Avitsian R, Schubert A.Anesthetic considerations for intraoperative management of cerebrovascular disease in neurovascular surgical procedures[J].Anesthesiol Clin,2007,25(3):441-463.

[7] 姚 泰. 生理学[M]. 第 6 版. 北京：人民卫生出版社，2007. 147.

[8] 赵 蔚，邵 伟，时鹏才，等.预注高渗氯化钠羟乙基淀粉 40 注射液对凝血功能和电解质、血糖的影响[J].临床麻醉学杂志,2007,23(10):815-817.

(责任编辑：冉明会)