

麻醉手术期间液体治疗专家共识

(2014年修订稿)

中华医学会麻醉学分会



2014.07

专家组

吴新民      于布为      薛张纲

徐建国      岳 云      叶铁虎

王俊科      邓小明

执笔人

黄文起      许幸

---

## 麻醉手术期间液体治疗专家共识(2014)

### 一、概述

液体治疗是麻醉手术期间保证循环血容量正常,确保麻醉深度适宜,避免手术伤害性刺激对机体造成不良影响,维持良好的组织灌注,内环境和生命体征稳定的重要措施。为适应近年来科学研究与医疗实践的进展,特对《麻醉手术期间液体治疗专家共识(2007)》进行修订。

### 二、人体液体分布

人体体液分为细胞内液(ICF)和细胞外液(ECF),由细胞膜所分隔。通过细胞膜上  $\text{Na}^+/\text{K}^+\text{ATP}$  泵的调节,使细胞内液的容量和成分保持恒定。细胞外液由组织间液(IFV)和血浆(PV)组成(见附件1),并随年龄增加有一定变化(见附件2),其主要功能是维持细胞营养并为电解质提供载体。细胞内液以  $\text{K}^+$  为主,细胞外液以  $\text{Na}^+$  为主,  $\text{Na}^+$  是形成细胞外液渗透压的主要物质。维持正常的细胞外液容量,尤其是有效循环血容量,是液体治疗的关键。

血液是由 60%的血浆和 40%的红细胞、白细胞和血小板组成,其中 15%分布于动脉系统,85%分布于静脉系统。血浆中含有无机离子(主要是  $\text{Na}^+$  和  $\text{Cl}^-$ )和溶于水的大分子有机物(主要是白蛋白、球蛋白、葡萄糖和尿素),白蛋白是维持细胞外液胶体渗透压和血管内血浆容量的主要物质。

组织间液分布于血管与细胞之间,机体代谢产物可在其间进行交换,过多的组织间液将通过淋巴管汇流入血管内。正常血管内皮允许水分子和小分子物质(如  $\text{Na}^+$  和  $\text{Cl}^-$ )自由通过,但限制大分子物质(如

---

白蛋白或人工合成胶体) 的通过, 从而使其保留在血管内。

决定血管内液体向血管外流动的因素可通过 Starling-Lardis 公式表示:  $J_v = KhA[(P_{mv} - P_t) - \delta(COP_{mv} - COP_t)]$ ,  $J_v$  代表单位时间通过毛细血管壁的净液体量;  $Kh$  代表水的液压传导率, 即毛细血管壁对液体的通透性, 普通毛细血管动脉端的  $Kh$  值较静脉端高 4 倍;  $A$  为毛细血管表面积;  $P_{mv}$  代表毛细血管静水压;  $P_t$  为组织静水压;  $\delta$  为血浆蛋白反应系数, 当  $\delta$  为 0 时, 血浆蛋白分子可自由通过细胞膜, 当  $\delta$  为 1 时, 血浆蛋白分子不能通过细胞膜。在大多数器官中, 血浆蛋白在微血管中的  $\delta$  值超过 0.9 并保持稳定, 但在低氧血症、炎症和组织损伤等病理生理状态下则明显降低。 $COP_{mv}$  代表毛细血管内胶体渗透压;  $COP_t$  为组织中的胶体渗透压。

通常每日液体摄入量成人大约为 2000 ml。每日液体损失量包括 (1) 显性失水量: 尿量 800-1500 ml; (2) 隐性失水量: 肺呼吸 250-450 mL、皮肤蒸发 250-450ml; (3) 消化道液体丢失量, 呕吐、腹泻和消化道准备时需考虑。消化道液体分泌量及成分见附件 3。正常机体可自行调节水的摄入和排出量, 保持其平衡。

### 三、液体治疗的监测方法

目前临床上尚无简便而直接测定血容量的方法, 因此需对手术患者进行综合监测及评估, 以做出正确的判断。

#### 1、无创循环监测指标

##### (1) 心率 (HR)

麻醉手术期间患者心率突然或逐渐加快, 可能是低血容量的早期

---

表现，但需与手术刺激、麻醉偏浅、血管活性药物作用和心脏功能异常等其他原因进行鉴别；

#### (2) 无创血压 (NIBP)

一般维持术中收缩压大于 90mmHg 或平均动脉血压 (MAP) 大于 60mmHg；老年、高血压和重症脓毒血症患者，血压应该维持较高。血压下降除外了麻醉过深或手术操作，应考虑循环血容量不足；

(3) 尿量、颈静脉充盈度、四肢皮肤色泽和温度尿量是反映肾灌注和微循环灌注状况的有效指标，术中尿量应维持在  $0.5 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  以上，但麻醉手术期间抗利尿激素分泌增加，可影响机体排尿，故尿量并不能及时反映血容量的变化。

颈静脉充盈度、四肢皮肤色泽和温度也是术中判断血容量状态的指标；

#### (4) 脉搏血氧饱和度 ( $\text{SpO}_2$ )

$\text{SpO}_2$  是围术期的重要监测项目，在组织血流灌注良好的情况下，描记的  $\text{SpO}_2$  波形随呼吸变化明显则提示患者血容量不足； $\text{SpO}_2$  波形不随呼吸变化，不能完全除外患者血容量不足；

#### (5) 超声心动图

经食道超声心动图 (TEE) 可有效评估心脏充盈的程度，帮助准确判定心脏前负荷和心脏功能，现逐步成为重症患者术中重要的监测项目。

麻醉手术期间患者需常规监测心率和血压、密切观察尿量和脉搏血氧饱和度波形及其与呼吸的相关变化的建议。

---

## II a 级

应该维持患者的血压正常(证据水平:A);确保血压仅是一种手段,维持组织灌注是目的(证据水平:C)。

## II b 级

既往有过心脏病,而目前临床情况稳定的病人,尚未有明确证据显示经食道超声(TEE)是必须常规的监测项目(证据水平:C)。

注\*采纳应用的建议分类和证据水平法见附件 4,以下的建议均采用同样分级方法。

### 2、有创血流动力学监测指标

#### (1) 中心静脉压(CVP)

CVP 是术中判断与心血管功能匹配的血管内容量的常用监测指标,重症患者和复杂手术中应建立连续 CVP 监测。通常平卧位时压力传感器需放置在右第四肋间、腋中线水平,侧卧位时则应放置于右第四肋间,胸骨右缘水平,并在呼气末(无论自主呼吸或正压通气)记录,应重视 CVP 的动态变化,必要时可进行液体负荷试验;

#### (2) 有创动脉血压(IABP)

有创动脉血压是可靠的循环监测指标。连续动脉血压波型与呼吸运动的相关变化可有效指导输液,若动脉血压与呼吸运动相关的压力变化 $>13\%$ ,或收缩压下降 $>5\text{mmHg}$ ,则高度提示血容量不足;

#### (3) 肺动脉楔压(PAWP)

PAWP 是反映左心功能和左心容量的有效指标,PAWP 异常升高是心脏容量增加或左心室功能异常的表现;

#### (4) 心脏每搏量变异 (SW)

SW 是指在机械通气 (潮气量 $>8\text{ml/kg}$ ) 时, 在一个呼吸周期中心脏每搏量 (SV) 的变异程度。据研究此指标对判断血容量有很高的敏感性 (79%~94%) 和特异性 (93%~96%)。SW 是通过 FloTrac 计算动脉压波形面积得到,  $SW = (SV_{\max} - SV_{\min}) / SV_{\text{mean}}$ , SW 正常值为 10%~15%, 通常 $>13\%$ 提示循环血容量不足。

收缩压变异 (SPV) 或脉搏压变异 (PPV) 亦与 SW 具有相似临床指导意义。

大手术的患者需常规监测 CVP, 重视其动态的变化。重症和复杂手术的患者还需使用有创监测技术, SVV 是了解循环容量状态的主要指标。监测血流动力学变化的建议。

#### I 级

复杂大手术的麻醉期间推荐连续有创血压监测 (证据水平: B)。

#### II a 级

①麻醉手术期间连续中心静脉压监测是合理的 (证据水平: C)。

②心脏手术和心脏疾病患者麻醉手术期间 CO 监测是有益的 (证据水平: B)。

### 3、相关实验室检测指标

(1) 动脉血气、电解质、血糖、胃粘膜 pH (pHi) 及血乳酸在循环血容量和组织灌注不足时需及时进行动脉血气监测。pH 对于维持细胞生存的内环境稳定具有重要意义, 二氧化碳分压 ( $PCO_2$ ) 是反映呼吸性酸碱平衡的重要指标, 标准碳酸氢盐 (SB) 和实际碳酸氢盐 (AB) 是反

---

映代谢性酸碱平衡的指标,两者的差值可反映呼吸对 $[\text{HCO}_3^-]$ 的影响程度。

电解质、血糖和肾功能指标如尿素氮(BUN)、肌酐(Cr)等的变化也需进行及时的监测。血乳酸和胃黏膜 pH 监测是评估全身以及内脏组织灌注的有效指标,对麻醉手术患者的液体治疗具有重要的指导作用。

#### (2) 血红蛋白(Hb)和红细胞压积(Hct)

贫血状态下机体的代偿机制包括①心输出量增加。②全身器官的血流再分布。③增加某些组织血管床的摄氧率。④调节 Hb 与氧的结合能力,遇到术中出血量较多或液体转移量较大时,应监测血红蛋白含量。

重视术中动脉血气的常规监测,大手术应常规测定 Hb 和 Hct,以了解机体的氧供情况以及及时了解电解质、酸碱平衡、血糖变化和血乳酸水平的建议。

#### II a 级

- ①麻醉手术期间及时检测动脉血气是有益的(证据水平: B);
- ②麻醉手术期间常规检测血乳酸是有益的(证据水平: C);
- ③麻醉手术期间常规检测血电解质是合理的(证据水平: C)。

#### II b 级

既往有糖尿病,而目前临床血糖情况稳定的病人,尚未有明确证据显示必须测定血糖(证据水平: C)。

#### II a 级

---

麻醉手术期间推荐及时监测血红蛋白 (Hb) 或 / 和红细胞压积 (Hct) (证据水平: B)。

#### II b 级

目前临床情况稳定的病人, 尚未有明确证据显示手术结束麻醉恢复期间不需要监测 Hb 或 / 和 Hct (证据水平 C)。

#### (3) 凝血功能

大量输血输液以及术野广泛渗血时, 均应及时监测凝血功能。凝血功能监测, 包括血小板计数、凝血酶原时间 (PT)、活化部分凝血活酶时间 (aPTT)、国际标准化比值 (INR)、血栓弹性描记图 (TEG) 或 Sonoclot 凝血和血小板功能分析。

### 四、术中液体治疗方案

#### (一) 术前容量状态评估

##### 1、病史和临床症状

(1) 最后进饮食的时间

(2) 呕吐、腹泻、出汗、发热等情况

(3) 尿量 (利尿药物、糖尿病、尿崩症)

(4) 服泻药, 术前肠道准备 (可导致 2~4L 体液丢失)

(5) 烧伤、腹膜炎、肠梗阻、胰腺炎、创伤、出血、严重骨折或骨盆骨折

临床症状见附件 5。

##### 2、体检

(1) 体征: 意识、脉率、血压、血压的体位变化、颈静脉充盈度、

---

甲床毛细血管充盈时间、皮肤弹性、体温；

(2) 尿量： $\geq 0.5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ；

(3) 血流动力学状态。

### 3、实验室检查

红细胞压积、血钠、尿素、肌酐、尿比重。

### (二) 麻醉手术期间液体需要量

麻醉手术期间的液体需要量包括

(1) 每日正常生理需要量；

(2) 术前禁食所致的液体缺失量或手术前累计缺失量；

(3) 麻醉手术期间的液体再分布；

(4) 麻醉导致的血管扩张；

(5) 术中失血失液量及第三间隙丢失量。

应有针对性地进行液体治疗，方可达到维持有效血容量的同时，确保氧转运量、凝血功能和水电解质正常及酸碱的平衡，并控制血糖于正常范围。

重视麻醉手术期间患者的液体需求量的建议。

#### I 级

① 麻醉期间应持续补充患者每日正常生理需要量（证据水平：A）

② 推荐采用目标导向液体治疗（证据水平：B）

#### II a 级

麻醉药物导致的静脉血管扩张推荐有效液体治疗（证据水平：C）。

### (二) 术中液体治疗方案

---

## 1、每日正常生理需要量

麻醉手术期间的生理需要量计算应从患者进入手术室开始，直至手术结束送返病房。人体的每日正常生理需要量见附件 6。

## 2、术前禁饮食所致液体缺失量和手术前累计液体丢失量

### (1) 术前禁饮食所致液体缺失量

术前禁饮和禁食后，由于机体的正常需要量没得到补充，存在一定程度的体液缺失，此部分体液缺失量应以晶体液补充。此部分缺失量的估计可根据术前禁食的时间进行计算：以禁食 8 小时，体重 70kg 的患者为例，液体的缺失量约为  $(4 \times 10 + 2 \times 10 + 1 \times 50) \text{ ml/h} \times 8 \text{ h} = 880 \text{ ml}$ ，此量在麻醉开始后两小时内补充完毕，第一小时内补液量  $= 880 \text{ ml} / 2 + 110 \text{ ml} = 550 \text{ ml}$ ，手术第二小时补液量也是 550ml，以后是 110ml/h 补液维持生理需要。由于睡眠时基础代谢降低以及肾脏对水的调节作用，实际缺失量可能会少于此数值。

### (2) 手术前累计液体丢失量

部分患者术前存在非正常的体液丢失，如术前呕吐、腹泻、利尿及麻醉前的过度不显性失液，包括过度通气、发热、出汗等，理论上麻醉手术前的体液丢失量都应在麻醉前或麻醉开始初期给予补充，并采用与丢失的体液成分相近的液体，故主要选择晶体液（醋酸林格氏液或乳酸林格氏液），并根据监测结果调节  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{HCO}_3^-$  的含量。如果因低血容量而导致血流动力学不稳定，应该给予胶体液

麻醉手术期间生理需要量和累计缺失量应根据上述方法进行补充，主要采用晶体液的建议。

---

## II a 级

①晶体溶液能有效补充机体需要的  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{++}$ 、 $\text{Mg}^{++}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ ：  
(证据水平：B)。

②胃肠手术患者术前肠道丢掉液体，推荐采用晶体液体治疗（证据水平：C）。

## II b 级

临床情况稳定的病人，有证据显示术前应采用口服电解质液体治疗术前累计缺失量（证据水平：C）。

## III 级

不推荐肺水肿病人继续晶体液治疗(证据水平：C)。

### 3、麻醉导致的血管扩张循环血容量减少

目前常用的麻醉药物和麻醉方法（区域阻滞和全身麻醉等）均会引起血管扩张，导致有效循环血容量减少，通常在麻醉开始即应遵循个体化的原则及时输注晶体液或胶体液，以维持有效循环血容量。一般而言，达到相同的容量效果，胶体液的用量明显少于晶体液。

麻醉导致的血管扩张和有效循环血容量减少需及时评估和处理的建议。

## II a 级

①胶体溶液更有效补充血管内容量，麻醉手术期使用胶体液补充血管内容量是合理的（证据水平：B）；

②补充与胶体在血管内相同容量效果需要 3~4 倍晶体液且维持时间较短（证据水平：B）。

---

### III级

不推荐严重脓毒症患者麻醉手术期间采用胶体液体治疗（证据水平：B）。

#### 4、术中失血量和第三间隙丢失量

##### (1) 术中失血量的评估和处理

手术失血主要包括红细胞和凝血因子丢失及血容量减少，需进行针对性地处理。精确评估失血量可采用称重法，切除的器官和组织会影响失血量的估计。

##### 1) 红细胞丢失及其处理

红细胞的主要作用是与氧结合，以保证维持组织的氧供。人体对失血有一定代偿能力，当红细胞下降到一定程度时才需给予补充。临床研究证实，手术患者在 Hb 100g/L 或 Hct 0.30 以上时可安全耐受麻醉手术。

麻醉手术中可按下述公式大约测算浓缩红细胞的补充量：

浓缩红细胞补充量 =  $(\text{Hct}_{\text{实际值}} \times 55 \times \text{体重}) / 0.60$ 。

Hb < 70g/L (Hct < 0.21) 必须立即输血，重症患者应维持 Hb > 100N120g/L (Hct > 0.30) 建议。

### II a 级

①麻醉手术期间推荐按照输注红细胞指征，补充浓缩红细胞（证据水平：A）；

②心脏手术和重症疾病患者应结合病情及时合理补充浓缩红细胞（证据水平：C）；

---

## II b 级

尚未有明确证据显示浓缩红细胞补充公式有明显不足（证据水平：C）；

## III 级

不推荐没有监测血红蛋白 (Hb) 或 / 和红细胞压积 (Hct) 情况下输注浓缩红细胞（证据水平：B）。

### 2) 凝血因子、血小板的丢失及其处理

术中大失血所致凝血功能紊乱的处理主要是针对不同原因治疗，必要时补充一定凝血成分，以维持机体凝血功能正常。凝血因子、血小板的补充主要依靠输注新鲜冷冻血浆 (FFP)、冷沉淀和血小板 (PLT)。

据北美洲、欧洲的资料，体内仅需 30% 的正常凝血因子或 5%~20% 的不稳定凝血因子即可维持正常的凝血功能，但国人尚无这方面的研究资料，还需根据临床症状和监测结果及时进行对症处理。

FFP 含有血浆中所有的蛋白成分和凝血因子，其治疗适应证包括：  
① 补充凝血因子缺乏；② 逆转华法抗凝药物的作用。每单位 (200~250ml) FFP 可使成人增加约 2%~3% 的凝血因子，如给予患者 FFP 10~15ml/kg，就可维持 30% 凝血因子，达到正常凝血状态。FFP 也常用于大量输血及补充血小板后仍然继续渗血的病例，纤维蛋白原缺乏的患者也可采用 FFP。FFP 需加温至 37°C 后再输注。

血小板明显缺少 ( $\leq 50 \times 10^9/L$ ) 和血小板功能异常时，应补充浓缩血小板。大量失血 ( $> 5000ml$ ) 补充 FFP 后，术野仍明显渗血时，应输注浓缩血小板。每单位浓缩血小板可使血小板增加  $7.5 \sim 10 \times 10^9/L$ 。

---

冷沉淀主要含有 VIII 因子、XIII 因子、vWF 和纤维蛋白原。一个单位 FFP 可分离出一个单位冷沉淀,不需行 ABO 配型,溶解后立即使用。一个单位冷沉淀约含 250mg 纤维蛋白原,使用 20 单位冷沉淀可使纤维蛋白原严重缺乏患者恢复到必需水平。

各种原因引起凝血因子减少并伴有明显手术创面渗血时应输注 FFP、冷沉淀或相应的凝血因子的建议。

#### II a 级

麻醉手术期间推荐按照输注 FFP 指征补充 FFP (证据水平: B);

#### II b 级

麻醉手术期间尚未有床旁定量监测来指导补充冷沉淀和各凝血因子 (证据水平: C);

#### III 级

不推荐输注 FFP 补充患者的血容量治疗 (证据水平 B)。

术中血小板浓度低于  $50 \times 10^9/L$ , 并出现明显创面渗血时应输入浓缩血小板的建议。

#### II a 级

①麻醉手术期间推荐按照输注血小板指征补充浓缩血小板 (证据水平: C);

②临床抗血小板治疗患者,其急症手术期间采用浓缩血小板替代治疗 (证据水平: C)。

### 3) 补充血容量

术中失血导致血容量减少,可输注晶体液和 (或) 人工胶体液维

---

持血容量，必要时根据上述指征输注血液制品。

术中失血采用晶体液和（或）胶体液及血制品进行补充的建议。

#### II a 级

①给予足够晶体液可有效产生与胶体液相同容量效应（证据水平：B）；

②补充与胶体液相同容量效应需要 3~4 倍晶体液（证据水平：C）；

③手术中失血导致血容量减少采用胶体液是有效 / 有益的（证据水平：B）；

#### II b 级

尚不确定补充大量晶体液的有益性，对快速大量 (>4~5L) 输注晶体液常导致明显组织水肿（证据水平：B）。

#### 4) 第三间隙丢失量

手术操作可引起血浆，细胞外液和淋巴液丢失；炎症、应激、创伤状态下大量液体渗出至浆膜层或转移至细胞间隙（腹膜、肠系膜、网膜、胸膜、肠腔、腹腔、腹膜后腔和胸膜腔），这部分进入细胞间隙非功能区域内的液体视为进入“第三间隙”的液体，将减少循环血容量并加重组织水肿。术中缺氧可引起细胞肿胀，导致细胞内液体量增加，均须正确评估和对症处理。根据手术创伤的大小，第三间隙丢失量不同（见附件 7），应适量补充。近年来对是否需要补充第三间隙丢失及补充多少出现明显分歧，第三间隙补充量在“限制性补液治疗策略”中被视为零，在肺手术和脑外科手术也被视为零。

术中的液体再分布量需要采用晶体液进行补充的建议。

---

## II a 级

- ①麻醉手术中采用等渗晶体液治疗是合理的（证据水平：C）；
- ②采用 pH7.4 晶体液体治疗是有益的（证据水平：C）。

## III 级

不推荐对肾功能损伤病人使用高渗晶体液或羟乙基淀粉治疗（证据水平：B）。

## 五、术中液体治疗的相关问题

### （一）治疗液体的选择

可供选择的液体分为晶体液和胶体液。

1、晶体液的溶质小于 1nm，分子排列有序，光束通过时不出现折射现象；晶体液的优点是价格低、增加尿量、因其皆视为“等张”液，所以主要可及时补充细胞外液和其中的电解质。缺点为扩容效率低（3~4 ml 晶体液可补充 1 ml 血浆）、效应短暂（血管内半衰期 20-30min）、可引起外周水肿、肺水肿。临床常用晶体液成分及理化特点见附件 8。

5%葡萄糖液经静脉输入后仅有 1/14 可保留在血管内，术中除新生儿和 1 岁以内婴儿以外的患儿和成人很少出现低血糖，因为紧张和应激，血糖通常会升高，且糖利用受限以及高血糖对缺血性神经系统的不利影响都限制术中使用葡萄糖溶液。由于葡萄糖最终被机体代谢，生成二氧化碳和水，因此其被视为无张液体，含有大量的“自由”水，可从血管内迅速向血管外扩散至组织间，再进入细胞内。5%葡萄糖液适宜补充机体水分以及配置各种低张液，

---

没有容量效应。

电解质溶液经静脉输入后大部分将分布到细胞外液，仅有 1/5 可留在血管内。

乳酸林格氏液含有与血浆相近的电解质，但 pH 仅 6.5，渗透浓度为 273mOsm/L，乳酸盐不能完全离子化时，渗透浓度仅为 255mOsm/L，成为低渗液体，故对严重颅脑损伤、脑水肿和严重肝脏功能受损患者不宜选用，可给予最接近血浆成分和理化特性的醋酸林格氏液 (pH7.4、渗透浓度 294mOsm/L)。

高张氯化钠溶液的 Na<sup>+</sup>浓度在 250~1200mmol 范围内，高张氯化钠溶液的渗透梯度使水分从血管外间隙向血管内移动，减少细胞内水分，可减轻水肿的形成，兴奋 Na<sup>+</sup>敏感系统和延髓心血管中枢，适用于烧伤和水中毒等患者，使用量通常不能超过 (7.5%) 4ml/kg，过量使用会因高渗透性引起溶血。

## 2、胶体溶液

胶体液的溶质为 1~100nm，光束通过时可出现折射现象。胶体液主要适用于①循环血容量严重不足的患者；②麻醉期间需补充血容量的患者。胶体液的优点是维持血管内容量效率高 (1ml 胶体液可补充血浆 1ml)、持续时间长、外周水肿轻；缺点为价格高、可引起凝血功能障碍或肾功能损害，还可引发过敏反应。

### (1) 人工胶体液

在我国目前可用的人工胶体是明胶和羟乙基淀粉。

#### ①明胶

---

由牛胶原水解而制成，改良明胶具有较好补充血容量效能。国内常用 4%明胶，分为琥珀明胶（商品名佳乐施®Gelofusine）和尿联明胶（商品名海脉素®Haemercel），分子量约 35 kDa，血浆半衰期 2~3 小时，不影响凝血的级联反应。佳乐施在体外实验显示有抗血小板作用，海脉素不影响血小板的聚集功能。明胶对肾功能影响较小，但应注意可能引起的过敏反应。最大日剂量尚无限制，

### ②羟乙基淀粉(hydroxyethyl starch, HES)

是支链淀粉经部分水解后，在其葡萄糖分子环的 C2、C3、C6 位点进行羟乙基化后的产物。体外平均分子量(70~450 kDa)、羟乙基取代水平（羟乙基化残基的克分子 / 葡萄糖亚基克分子）和羟乙基化的模式（C2/C6 比率）决定其容量效能 / 作用时间和副作用。HES 主要用于补充血浆容量。应根据失血量和速度、血流动力学状态以及血液稀释度决定给予的剂量和速度，HES (200/0.5) 每日用量成人不应超过 33ml/kg； HES (130/0.4) 每日用量成人不应超过 50ml/kg，是目前唯一能够用于儿童的人工胶体液，但 2 岁以下儿童不应超过 16/kg，2~12 岁儿童不应超过 36ml/kg，12 岁以上儿童剂量与成人相同。输注后能够维持相同容量的循环血容量至少达 6 小时，输注的 HES 分子量小于 60KDa 直接经肾脏排出，大分子量 HES 经  $\alpha$ -淀粉酶分解成小分子量后逐渐经肾脏排出，72 小时内 65% HES 经肾脏排出。研究显示羟乙基淀粉能够抑制白细胞被激活，抑制肥大细胞脱颗粒，减轻内毒素引起的炎性反应，防止毛细血管内皮功能恶化。

HES 主要的不良反应是引起凝血障碍，引起重症患者特别是脓毒

---

症患者肾脏损害，甚至导致其死亡。渗透性肾功能衰竭是包括 HES 在内的胶体影响肾功能的病理生理学基础。决定尿液生成的肾小球滤过率 (GFR) 受制约于胶体压差 ( $\Pi \Delta$ ) [ $GFR = K_f \times [\Delta P - \Pi \Delta]$ ]， $\Delta P$  为静水压差。任何非滤过胶体物质在血浆中的蓄积，均可能导致肾小球滤过的下降，甚至停止；当胶体液浓度较高，胶体体内分子量较大，其在血浆中蓄积，导致胶体渗透压升高的危险性较大；机体脱水，静水压明显减少时，肾小球滤过明显减少，老年、脓毒症患者和大量给予 HES 时，更易出现少尿或无尿，引起肾脏功能损害。

HES 禁用于脓毒症和进入 ICU 的重症患者。禁用于有肾损伤的患者。一旦出现肾脏损害要终止其使用。使用 HES 的患者应在其后 90 天内监测肾功能，因为有病例报道在 90 天需要进行肾替代治疗。如出现凝血功能障碍，须终止 HES 的使用。

### ③胶体复方电解质溶液

长期以来，胶体溶液主要是某种胶体物质溶解在生理盐水中形成的溶液，这样，在使用胶体溶液进行液体治疗时，给予某种胶体的同时也输注了氯化钠，研究显示如果 1 小时内输注 2 升含有生理盐水的胶体溶液，就不可避免地会出现高氯性酸血症，减少肾动脉平均血流速率，抑制肾皮质的功能，减少尿量。因此，近年来将胶体物质溶解在醋酸林格氏液，例如 HES (130/0.4/9:1) 醋酸林格氏液，明显提高了 HES 注射液的安全性，在有效维持血浆容量的同时，可以避免可能出现的高氯性酸血症和对肾脏的不利影响，从而更好地维持酸碱平衡、维持凝血功能正常、维持肾脏功能、更少出现术后恶心呕吐。

---

## (2) 人血浆白蛋白

分子量约 69 kDa。从人的血浆中制备。5%的浓度为等张溶液，25%为高渗溶液。可将细胞间液的水吸人到血管内，补充血容量，快速输入 2 5%的白蛋白会导致心衰患者发生肺水肿。

重视人工胶体溶液的药理特性和临床应用的建议。

### II a 级

非严重脓毒症患者，非严重肾功能损害患者，麻醉期间采用羟乙基淀粉、琥珀明胶等人工胶体是合理 / 有益的（证据水平：B）。

### III 级

不推荐对严重肾功能损害患者使用羟乙基淀粉溶液（证据水平：C）。

## (二) 重症患者和复杂手术的液体治疗

重症患者和复杂手术患者的不良转归与输液不足或过度输液有关。术中输液不足导致有效循环血容量减少，组织器官灌注不足，器官功能受损，而过量输液则可引起组织水肿，损害患者的心、肺等脏器功能。液体治疗的目标是维持与患者心血管功能状态匹配的循环容量，获取最佳心输出量、组织灌注和器官功能。满意的循环血容量能够保证足够的麻醉深度以对抗手术创伤对机体产生的不良影响，避免循环血容量不足，为获得适当的血压，一味减浅麻醉，手术创伤应激导致血管极度收缩，组织灌注受损，影响器官功能。

主张对重症患者和复杂手术患者实施目标导向个体化的输液策略。输液的速度和剂量应是维持心率和收缩压不低于术前的 20%，CVP

---

6~8mmHg，尿量不少于  $0.5\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ，混合静脉血氧饱和度不低于75%，血乳酸不大于  $2\text{mmol}/\text{ml}$ ，SW 不大于 13%。脓毒症、休克、烧伤、肠梗阻、肝功能衰竭、心衰、多器官衰竭、颅脑损伤、成人呼吸窘迫综合症的患者以及重度妊高症孕妇等复杂手术的液体治疗，应首先判定患者的病理生理特点，综合动态监测的结果，采用适当种类的液体，并针对术中液体的实际需要量进行积极治疗。

重症患者、复杂手术需根据患者病理生理改变和术中液体需要量进行液体治疗，以达到良好的组织灌注的建议。

#### I 级

重症患者和复杂手术患者麻醉手术期间应该采用目标导向液体治疗(证据水平：B)；

#### II a 级

①严重脓症患者推荐 6 小时内及时有效液体治疗(证据水平：A)；

②先兆子痫孕妇多部位水肿，但有效血容量减少，有效液体治疗是合理的(证据水平：C)；

#### II b 级

①产妇麻醉期间给予适量羟乙基淀粉溶液可减少低血压发生率(证据水平：C)；

②前置胎盘及子宫破裂产妇，由于出血导致血容量减少，有效液体治疗是合理的(证据水平：C)。

### (三) 麻醉手术前建立满意的静脉通道

---

满意的静脉通道是术中进行快速补充血容量的先决条件。复杂手术术前须常规建立一至两条满意的外周静脉通道(18G 或 16G 留置针,必要时 14G 留置针,见附件 9), 并应置入双腔或三腔中心静脉导管。

对于可能发生大出血的复杂手术或紧急大出血的病例, 应经皮深静脉置入 12Fr 或 14Fr 导管, 建立快速输液系统(RIS), 其输液速度可达 1000~1500ml/min。快速输注的液体须加温, 以避免术中低体温, 须及时补充钙剂, 避免枸橼酸中毒, 同时还应预防空气栓塞。

#### (四) 大量输血(MBT)的处理

大量输血的定义为 3 小时内输入相当于全身血容量 50%以上的血制品或每分钟输血>150 ml, 常见于严重创伤、复杂心血管手术、产科急诊手术以及原位肝移植手术等危重情况。大量输血导致凝血功能异常, 低体温, 严重酸中毒。大量出血时, 应积极维持正常血容量, 维持 Hb>70g/L, 确保患者的组织氧供正常, 并及时补充 FFP、浓缩血小板或冷沉淀, 注意补充  $Ca^{2+}$ , 维持正常的凝血机制。

大量输血治疗期间要维持必要的血容量、血红蛋白和凝血因子的建议。

#### II a 级

①重视麻醉手术期间建立满意静脉通道是合理的(证据水平: B);

②麻醉手术期间大量输血(MBT)处理, 应有治疗方案和处理能力(证据水平: C);

#### 六、麻醉手术期间的血液稀释:

Hct 0.45~0.30 时, 组织氧供可以维持正常, 而且血液的氧运

---

输能力在 Hct 0.30 达到最高。

预计失血多的手术患者，根据患者术前 Hct 水平 ( $>0.30$ )，麻醉后可以采集患者的一定量血液，室温下保存，同时补充等容量的胶体液，使 Hct 降至 0.30，待出血操作完成后，将所采集的患者血液再回输给患者，后采集的血液先回输，以减少异体血液的输注。急性等容血液稀释采血量计算公式见附件 10

## 七、麻醉手术期间某些电解质紊乱的液体治疗

### 1、低钠血症

术中低钠血症主要见于 TURP 时使用大量注射用水冲洗，水经术野血管破口进入循环血液致成稀释性低血钠，严重时患者出现神志改变（椎管内阻滞时）、难治性低血压、心率异常和心律紊乱。患者低血钠伴有细胞外液减少，推荐补充生理盐水。患者低血钠伴细胞外液正常，通常推荐采用呋塞米利尿，同时补充生理盐水。术中患者出现低血钠属急性，有明显症状时，应补充高张盐水。补充的目标至少要达到血清  $\text{Na}^+125 \text{ mEq/L}$ 。通常推荐补充钠盐使血清  $\text{Na}^+$  升高的速度不要高于  $0.5 \text{ mEq/h}$ ，速度过快会引起中枢脑桥脱髓鞘（松弛性瘫痪、构音困难、吞咽困难）。如果患者术中症状严重，推荐补钠的最初数小时内，速度在  $1-2 \text{ mEq} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。0.9%NaCl 的  $\text{Na}^+$  含量是  $154 \text{ mEq/L}$ ，3%的高张 NaCl 的  $\text{Na}^+$  含量是  $513 \text{ mEq/L}$ 。

### 2、低钾血症

血清  $\text{K}^+ < 3.1 \text{ mEq/L}$  (心脏病患者  $< 3.5 \text{ mEq/L}$ ) 不宜进行择期手术，术中血清  $\text{K}^+ < 3.5 \text{ mEq/L}$ ，且出现心律异常时，应静脉输注氯化钾；频

---

发室早、室速或室颤时，应将血清  $K^+$  提高到 5 mEq/L。输注  $K^+$  最大浓度不应超过 40 mEq/L（经外周静脉）或 60 mEq/L（经中心静脉），以免损伤静脉。除非有肌肉瘫痪或致命性室性心律失常，最大输注速度要小于 20 mEq/h，输入速度过快会导致心跳骤停！补钾后仍有顽固性低血钾者要考虑会有严重的低血镁，必要时静注硫酸镁，有利于血清  $K^+$  恢复并维持正常。补钾前要确认肾功能正常，即见尿补钾，补钾时要定时复查血清  $K^+$  水平。

### 3、其他电解质异常

其他电解质异常的治疗见相关教材。

## 八、术中液体治疗的最终目标

术中液体治疗的最终目标是避免输液不足引起的隐匿性低血容量和组织低灌注，及输液过多引起的心功能不全和组织水肿，必须保证满意的血容量和适宜的麻醉深度，对抗手术创伤可能引起的损害，保证组织灌注满意，电解质正常，酸碱平衡，内环境稳定，器官功能正常。

满意的循环容量和适宜的麻醉深度对保证手术患者器官功能正常十分重要的建议。

### II a 级

推荐维持充分器官组织血液灌注，避免全身严重酸中毒（证据水平：B）；

### II b 级

①避免过多液体治疗，有助胃肠手术患者的肠道早期快速恢复

(证据水平：C)；

②术后病情许可推荐尽早开始口服液体治疗（证据水平：C）。

#### 附件 1、成人的体液组成

成人的体液组成（成年男性 70kg 为例）

占身体重量 (%)	体液容量 (L)	
总体液量 TBW	60	42
细胞内液 IC	40	28
细胞外液 ECF	20	14
组织间液 IFV	16	11
血浆溶液 PV	4	3

#### 附件 2、不同年龄人体的体液组成

不同年龄人体的体液组成

占身体重量 (%)	足月儿 (%)	6 月婴儿 (%)	2~ 14 岁 (%)
总体液量 TBW	80	80	70
细胞内液 ICF	35	40	40
细胞外液 ECF	45	40	30
组织间液 IFV	34.5	25	
血浆 PV	5.5	5	
全血容量 Blood	85 (ml/kg)	80 (ml/kg)	80 (ml/kg)

#### 附件 3、胃肠液分泌量和成分

每日胃肠液的分泌量和电解质的成分和浓度

来源	分泌量 (mL/ 日)	Na <sup>+</sup> (mmol/L)	K <sup>+</sup> (mmol/L)	Cl <sup>-</sup> (mmol/L)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/L)
胃	1500	60	10	130	0
小肠	3000	140	5	104	30
胰腺	400	140	5	75	115
胆汁	400	140	5	100	35
腹泻液		25-50	35-60	20-40	30-45
汗液		30-50	5	40	0

附件 4、应用的建议分类和证据水平

“治疗效应的大小”

	I 级 好处 >>> 危险 应该进行操作 / 给予治疗	II a 级 好处 >> 危险 根据目的有针对性地选择其他检查进行操作 / 给予治疗是合理的	II b 级 好处 ≥ 危险 根据目的有针对性地选择其他检查; 其他记录的数据会有用 可以考虑操作 / 治疗	III 级 危险 ≥ 好处 不需要进行其他研究 不应该进行操作 / 给予治疗, 因为这样做没有用, 而且可能是有害的。
A 级 多个 (3~5) 人群危险分层评估* 与效果的方向和大小通常保持一致	* 建议操作或治疗是有用 / 有效的 * 多个随机试验或 meta 分析提供了足够的证据	* 建议赞成治疗或操作是有用的 / 有效的 * 多个随机试验或 meta 分析中出现了一些不一致的证据	* 还没有很好地确定建议的有用性 / 效力 * 多个随机试验或 meta 分析中出现了更多不一致的证据	* 建议操作或治疗是没有用 / 无效的, 而且可能是有害的 * 多个随机试验或 meta 分析提供了足够的证据
B 级 有限 (2~3) 的人群危险分层评估*	* 建议操作或治疗是有用 / 有效的 * 单个随机试验或非随机研究提供了有限的证据	* 建议赞成治疗或操作是有用 / 有效的 * 单个随机试验或非随机研究中出现了一些不一致的证据	* 还没有很好地确定建议的有用性 / 效力 * 单个随机试验或非随机研究中出现了一些不一致的证据	* 建议操作或治疗是没有用 / 无效的, 而且可能是有害的 * 单个随机试验或非随机研究提供了有限的证据
C 级 非常有限 (1~2) 的人群危险分层评估*	* 建议操作或治疗是有用 / 有效的 * 仅有专家观点、病例研究, 或管理标准	* 建议赞成治疗或操作是有用 / 有效的 * 仅为分散的专家观点、病例研究, 或管理标准	* 还没有很好地确定建议的有用性 / 效力 * 仅为分散的专家观点、病例研究, 或管理标准	* 建议操作或治疗是没有用 / 无效的, 而且可能是有害的 * 仅为专家观点、病例研究, 或管理标准

编写建议用到的短语†	应该	合理	可以考虑	不推荐
	被推荐	可能是有用 / 有效 / 有益	可能是合理的	没有指证
	有指证	益的	不知道 / 不确定 / 或尚未	不应该
	有用 / 有效 / 有益的	可能被推荐或有指证	确定其有用性 / 有效性	没有用 / 无效 / 无益可能有害

附件 5、急性脱水的临床症状

程度	症状
轻度	口渴, 黏膜干燥, 尿量较少
中度	直立性低血压, 心率加快, 厌食, 淡漠, 皮肤干皱
重度	平卧低血压, 心率快, 淡漠, 少尿, 眼内陷, 肢体湿冷, 皮肤干而苍白, 轻度低体温
危重	昏迷, 无尿, 循环休克

附件 6、人体每日生理需要量

人体生理需要量

体 重	ml. kg <sup>-1</sup> .h <sup>-1</sup> 或 mL. kg <sup>-1</sup> . 日 <sup>-1</sup>	
第一个 10kg	4	100
第二个 10kg	2	50
20kg 以上	1	20

附件 7、第三间隙丢失量

第三间隙丢失量

组织创伤程度	液体额外需要量 (ml, kg <sup>-1</sup> , h <sup>-1</sup> )
轻 (例如疝修补术)	0-2
中 (例如开腹胆囊切除术)	2-4
重 (例如开腹肠切除术)	4-8
极重 (例如主动脉手术)	10

附件 8、常用电解质液成分和特性

表 7, 常用晶体液电解质成分 (mEq/L):

液体种类	Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	其他	mOsm/L	pH
5% 葡萄糖液	0	0	0	0	0	葡萄糖 5g	253	5.0
生理盐水	154	154	0	0	0		308	4.2
林格液	148	156	4	4.5	0		312	5.5
乳酸林格液	130	109	4	2.7	0	乳酸根 28	273	6.5
醋酸林格液	140	98	5	0	3	葡萄糖酸根 23		
醋酸根	295	7.4						
3% 高张盐水	513	513	0	0	0		1027	5.0
5% 高张盐水	855	855	0	0	0		1710	5.6

血浆	135-145	96-106	3.5-5.5	2.15-2.55	1.3-2.1	碳酸氢盐 22-32; 乳酸根 1.2	285-295	7.35-7.45
----	---------	--------	---------	-----------	---------	------------------------	---------	-----------

附件 9 外周静脉留置针的最大流量

静脉留置针的流量 (ml/min)

20G 留置针	50 ~ 60
18G 留置针	98 ~ 100
16G 留置针	200 ~ 210
14G 留置针	340 ~ 360

附件 10 急性等容血液稀释的采血量计算公式

$$\text{采血量} = \text{血容量} \times (\text{Hct1} - \text{Hct2}) / [(\text{Hct1} + \text{Hct2}) / 2]$$

Hct1: 初始血红蛋白浓度; Hct2: 最终 (目标) 血红蛋白浓度; 血容量: 男性 75ml/kg, 女性 65ml/kg

例如: 男性, 体重 70kg, 初始血红蛋白浓度 15g%,

采血目标血红蛋白浓度 10g%

$$\text{采血量} = 70 \times 75 \times (15 - 10) \div [(15 + 10) \div 2] = 2100 \text{ ml}$$

---

医脉通