

体外循环小儿水电解质管理

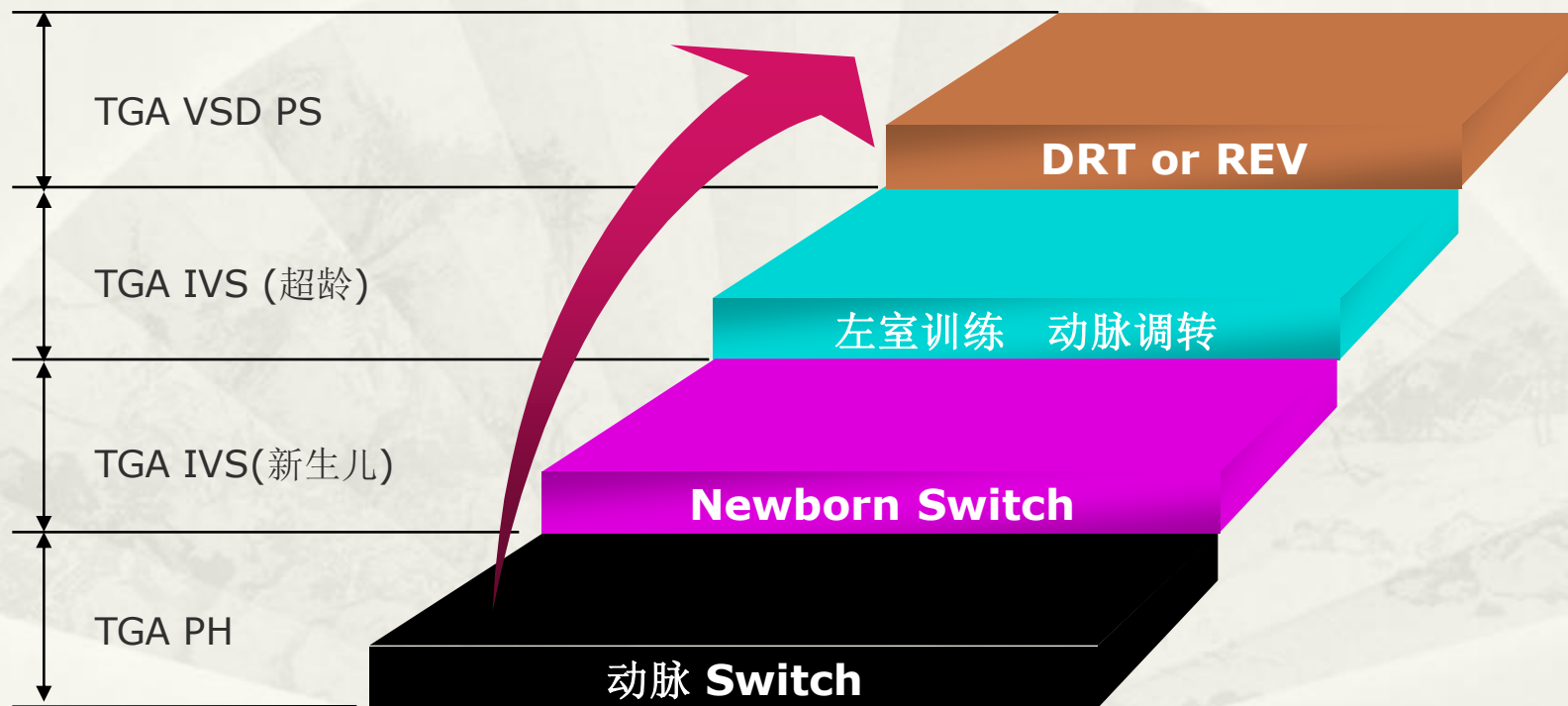
阜外医院 体外循环科

赵 举

内 容

- 小儿先心病特点
- 小儿水盐电解质基础
- 体外循环水电解质特点
- 体外循环液体平衡的把握

大动脉错位治疗



小儿心脏手术特点

- 先心病手术治疗趋于早期治疗
- 体液容量占患儿体重比例高
- 多器官发育不健全**但功能正常**
 - 肝脏、肺脏、肾脏、消化道
- 紫绀型复杂先心病血容量更多
 - 杵状指趾、微循环扩张、静脉压偏高

细胞内外离子浓度的差别

| 离子 | 浓度 (mmol/L) | | 内外比值 |
|------------------|------------------|------|---------|
| | 细胞内液 | 细胞外液 | |
| Na ⁺ | 30 | 140 | 1:4.6 |
| K ⁺ | 140 | 4 | 35:1 |
| Ca ²⁺ | 10 ⁻⁴ | 2 | 1:20000 |
| Cl ⁻ | 30 | 104 | 1:3.5 |

基础

- 血浆渗透压临床计算公式
 - ✓ 血浆渗透压 (mmol/L) = $2(\text{Na}^+ + \text{K}^+) + \text{葡萄糖} + \text{尿素氮}$ (mmol/L)
 - ✓ 正常值 280-300mOsm/L
- 血浆胶体渗透压 (COP)
 - ✓ 血浆蛋白等高分子物质形成
 - ✓ 成人: 22-26mmHg
 - ✓ 儿童: 18-24mmHg
 - ✓ 婴幼儿: 16-20mmHg
 - ✓ 新生儿: 14-18mmHg
- 血浆胶体渗透压 > 组织液胶体渗透压

基础

▶ 体液调节

- ✓ 下丘脑- 垂体后叶- 抗利尿激素系统（重吸收水）
- ✓ 肾素- 血管紧张素-醛固酮系统（保Na+排K+）
- ✓ 心钠肽（扩管、利尿，对抗前两者）

血液稀释与血液粘度

- 血液稀释的目的和重要性
- 血液粘度的主要决定因素
 - ✓ HCT
 - ✓ 血浆粘度（血浆中白蛋白浓度）
 - ✓ 红细胞的变形能力（膜流动性、内刚性）
- 血液粘度
 - ✓ 生理全血粘度4~5，血浆粘度为1.6~2.4
 - ✓ CPB期间降低全血粘度
 - 可因增加血液流速和减少微循环前阻力而改善微循环

理想的体外循环预充液

- 能够携带 O_2 和 CO_2 ，象Hb一样进行可逆性结合与分离
- 输注后可维持良好的血浆渗透压
- 代谢和排出过程不损害组织，在各脏器中无蓄积
- 成份均一，性质稳定
- 副作用少，无抗原性、不影响血液的凝固与抗凝
- 对各种实验检查无干扰
- 价格低廉，能够大量使用

小儿体外循环液体管理

➤ 可能的液体来源

- ✓ 预充液（晶体、胶体、库血、血浆等）
- ✓ 药物（ NaHCO_3 、钙镁、抗生素、甘露醇、肝素、速尿）
- ✓ 停跳液（晶体回收、氧合血回收）
- ✓ 台上液体（冰水混合物、润滑水、观察瓣膜水）
- ✓ 麻醉药液（诱导期液体及药物入量、各种配药所入液体量）
- ✓ 其他

小儿体外循环液体管理

➤ 可能的液体丢失

- ✓ 尿量（保证尿管通畅，准确记录CPB前、中、后尿量）
- ✓ 滤液（CUF、ZBUF、MUF）
- ✓ Cell Saver（肝素水的量、血液量、停跳液量、盐水量）
- ✓ 普通吸引器吸引（晶体回收、氧合血回收）
- ✓ 血液丢失量（纱布、辅料、吸入普通吸引器）
- ✓ 未发现的血液丢失（穿刺导致的腹腔、胸腔、穿刺点出血）
- ✓ 血液隐藏量（胸腔、静脉引流不畅导致的静脉瘀血）
- ✓ 体外循环管路的剩余血量
- ✓ 其他（血气、外科医生带走、蒸发等）

小儿体外循环用到的“水”

- 勃脉力A
- 乳酸林格氏液
- 生理盐水
- 人工胶体
 - ✓ 明胶类
 - ✓ 羟乙基淀粉类
- 人血白蛋白
- 血液制品
- 体外循环预充
- 维持适度的COP
- 保证组织的良好灌注
- 保证体外循环安全
- 维持内环境稳定

电解质

钾

- 钾
- 钠
- 钙
- 镁
- 氯
- 碳酸氢根

(K⁺)

- 来源
 - 高钾停跳液
 - 库血
 - 血液破坏
 - 补充
- 去路
 - 利尿
 - 超滤
 - 细胞内转移

电解质

钠

- 钾
- 钠
- 钙
- 镁
- 氯
- 碳酸氢根

(Na⁺)

- 来源
 - 预充液
 - 浓钠 (10%NaCl)
 - 纠酸补碱 (5%NaHCO₃)
- 去路
 - 利尿
 - 超滤

电解质

钙

- 钾
- 钠
- 钙
- 镁
- 氯
- 碳酸氢根

(Ca²⁺)

➤ 来源

- 预充液
- 补钙

➤ 去路

- 枸橼酸保存液螯合
- 超滤
- 细胞内转移

电解质

- 钾
- 钠
- 钙
- 镁
- 氯
- 碳酸氢根

镁 (Mg^{2+})

- 来源
 - 预充液
 - 25%硫酸镁
- 去路
 - 代谢消耗
 - 超滤

电解质

氯

- 钾
- 钠
- 钙
- 镁
- 氯
- 碳酸氢根

(Cl⁻)

➤ 来源

- NaCl
- CaCl₂

➤ 去路

- 与钠离子共同移动

阴离子间隙 (AG)

$$= [\text{Na}^+] - ([\text{Cl}^-] + [\text{HCO}_3^-])$$

细胞内外离子浓度的差别

| 离子 | 浓度 (mmol/L) | | 内外比值 |
|------------------|------------------|------|---------|
| | 细胞内液 | 细胞外液 | |
| Na ⁺ | 30 | 140 | 1:4.6 |
| K ⁺ | 140 | 4 | 35:1 |
| Ca ²⁺ | 10 ⁻⁴ | 2 | 1:20000 |
| Cl ⁻ | 30 | 104 | 1:3.5 |

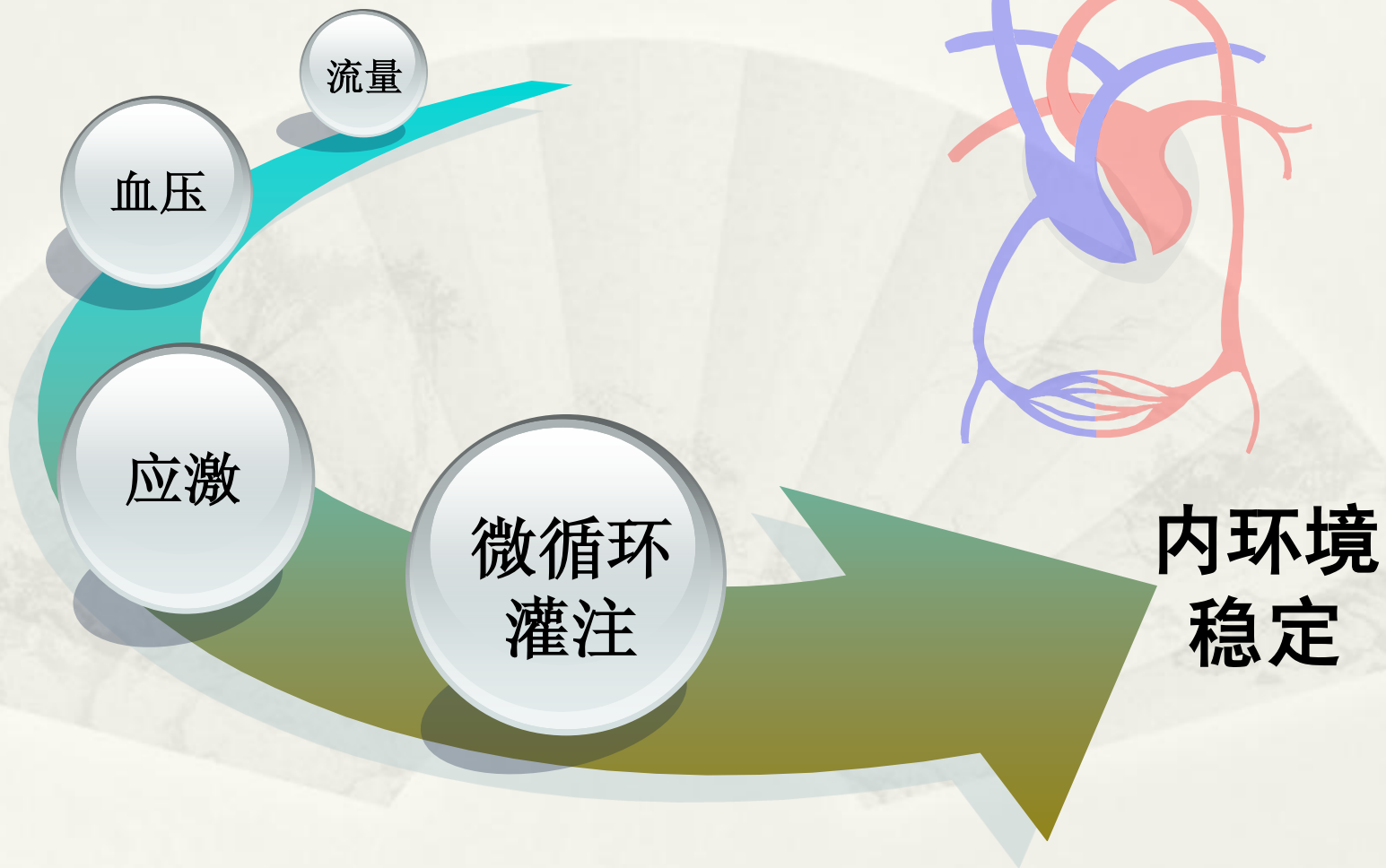
电解质

- 钾
- 钠
- 钙
- 镁
- 氯
- 碳酸氢根

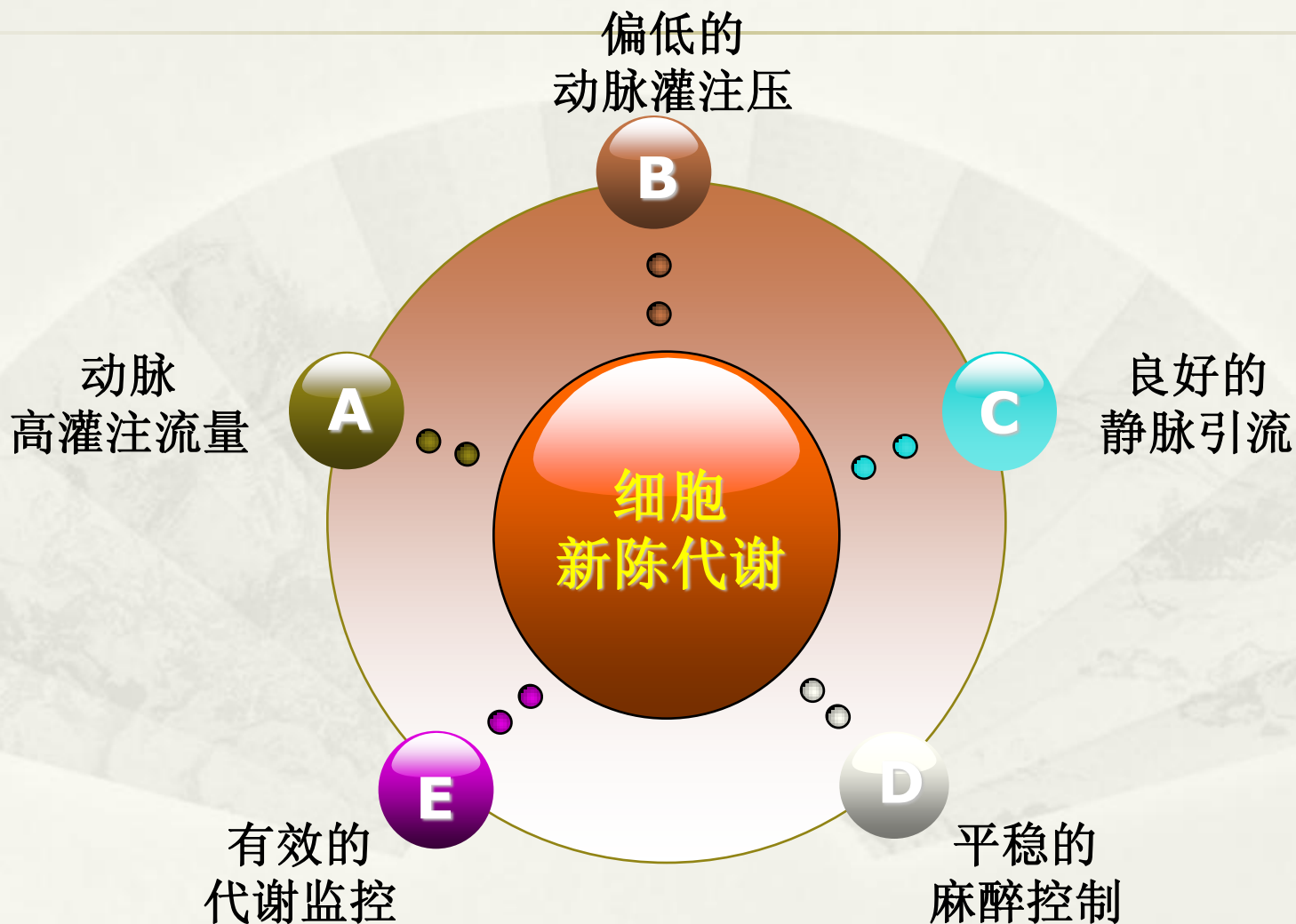
碳酸氢根 (HCO_3^-)

- 意义
 - 纯粹的代谢性指标
- 来源
 - H_2CO_3 裂解
- 去路
 - 中和 (H^+)
 - 超滤
 - 转移

长时间体外循环



有效的微循环灌注



CDI 500 持续动态血气监测



血液保护

改善氧供 保护重要脏器功能

减轻炎症反应
减少细胞破坏

全程
Cell Saver

血液稀释

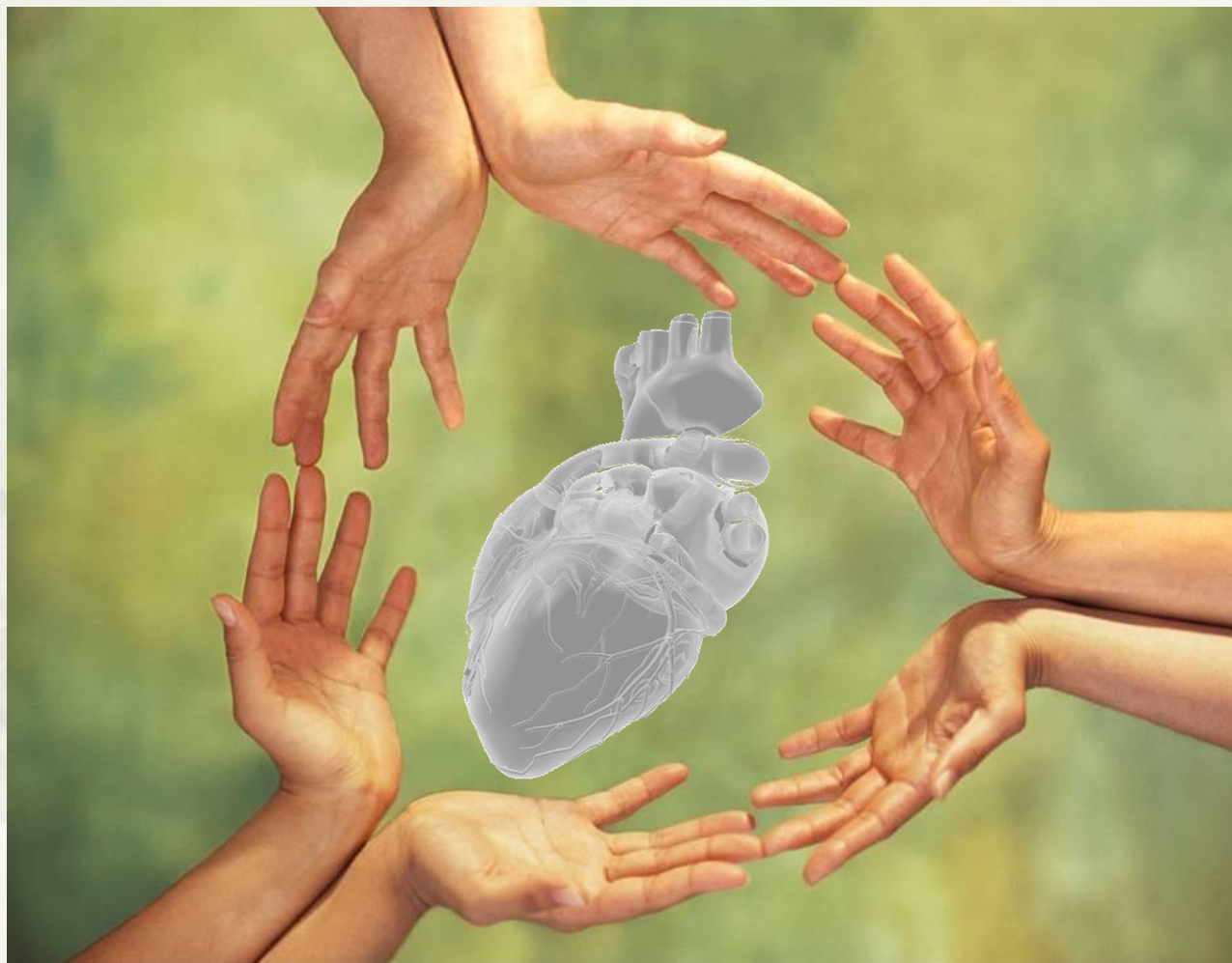
CUF
ZBUF

改良超滤

总 结

- 何谓正常状态
 - ✓ 正常生理范围
 - ✓ 接近患儿术前指标（严重缺氧及循环功能不全者除外）
- 内环境的稳定
- 循环的平稳过渡
 - ✓ 自身循环 —— 体外循环
 - ✓ 体外循环 —— 自身循环
- 术后术前无差异
 - ✓ 水电解质、血气指标、代谢、循环呼吸状态、凝血功能、尿量等

谢谢大家！



zhaojucpb@163.com; 13621252896