

# 外科病人的体液失调

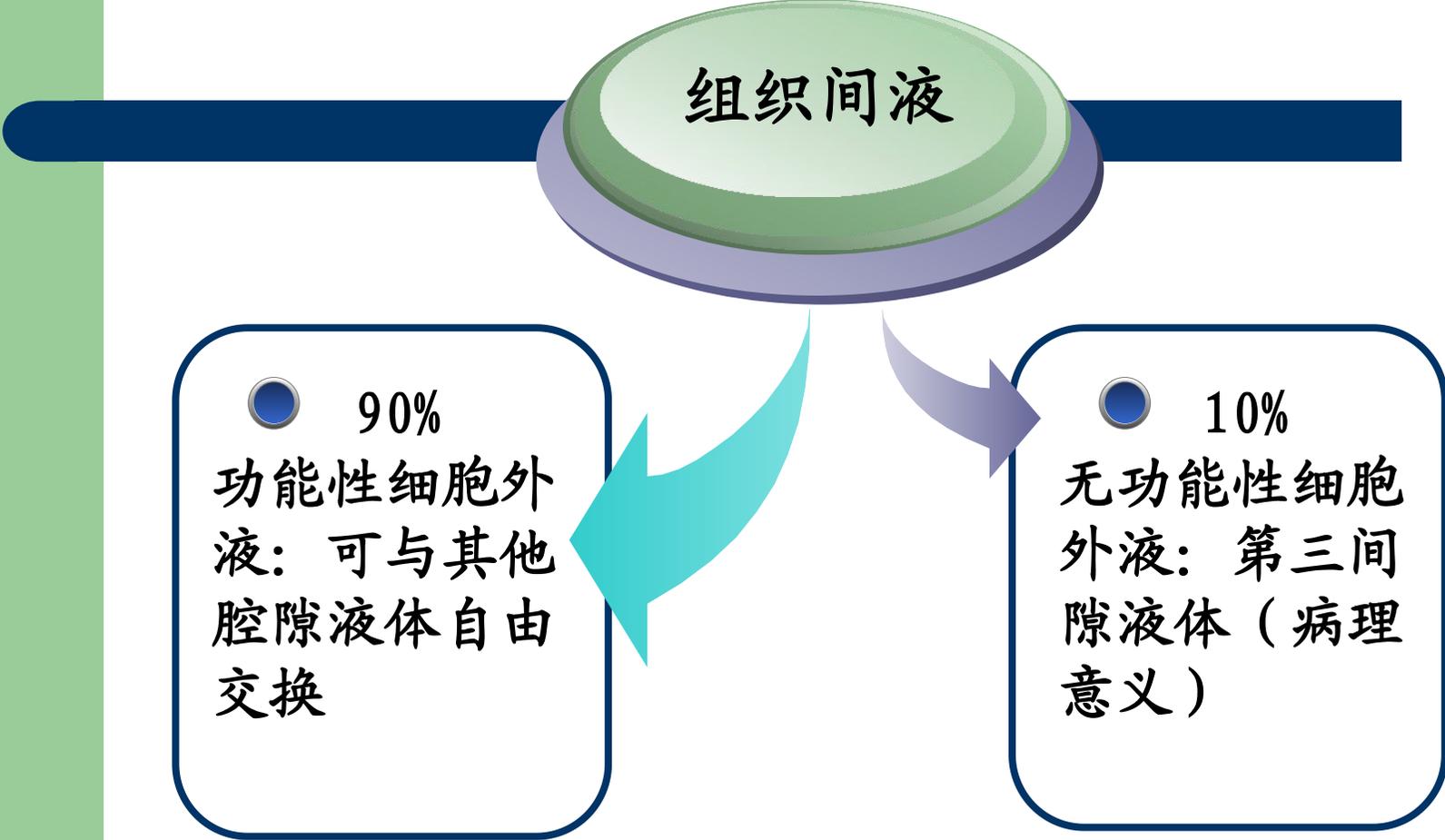
ICU 邓一芸

# 体液的基本组成

- 细胞内液： M 40% ； F 35% （骨骼肌）
- 细胞外液： 20%

血浆	5%
组织间液	15%

## 组织间液



● 90%  
功能性细胞外液：可与其他腔隙液体自由交换

● 10%  
无功能性细胞外液：第三间隙液体（病理意义）

## ■ 液体平衡



# 细胞内外电解质成分

主要阳离子

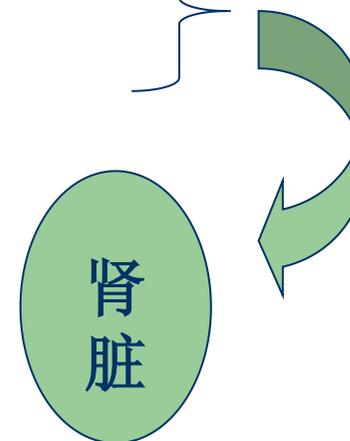
主要阴离子

细胞内液	<ul style="list-style-type: none"><li>• <math>K^+</math></li><li>• <math>Mg^{2+}</math></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <math>HPO_4^{2-}</math></li><li>• 蛋白质</li></ul>
细胞外液	<ul style="list-style-type: none"><li>• <math>Na^+</math></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <math>Cl^-</math></li><li>• <math>HCO_3^-</math></li><li>• 蛋白质</li></ul>

# 体液平衡及渗透压的调节

- 神经内分泌系统

- 下丘脑-垂体后叶-抗利尿激素系统
- 肾素-血管紧张素-醛固酮系统



渗透压升高

↓  
下丘脑-抗利尿激素

↓  
远曲小管集合管上皮细胞

↓  
水重吸收

血容量减少

↓  
RAA

↓  
远曲小管

↓  
钠、水重吸收

# 酸碱平衡的调节

- 体液缓冲系统
- 肺：呼吸调节
- 肾：最主要，维持 $\text{HCO}_3^-$ 浓度的稳定

# 水钠代谢紊乱

- 等渗性脱水
- 低渗性脱水
- 高渗性脱水
  
- 多种分类方法

# 等渗性脱水

- 定义：急性缺水，水钠成比例丧失，血钠及渗透压正常（外科病人易发生）
- 病因：急性体液丧失（消化液，渗出液）
- 临床表现：与体液丧失速度及程度相关
- 诊断
- 治疗：平衡盐溶液或等渗盐水尽快补容量  
见尿补钾

# 低渗性脱水

- 定义：慢性缺水，失钠多于缺水，低血钠及低渗透压血症
- 病因：体液的慢性丧失：消化液、创面渗液，排钠利尿剂
- 临床表现：与缺钠程度相关：一般症状，血容量不足，休克，脑细胞水肿表现

# 低渗性缺水分度

- 轻度： $[\text{Na}^+]$ 130~135mmol/l，体内缺钠0.5g/kg体重，疲乏、头晕、手足麻木
- 中度： $[\text{Na}^+]$ 120~130mmol/l，体内缺钠0.5~0.75g/kg体重，以上加循环容量不足表现
- 重度： $[\text{Na}^+] < 120\text{mmol/l}$ ，体内缺钠0.75~1.25g/kg体重，神志障碍、反射减弱、甚至昏迷

# 低渗性缺水治疗

- 病因治疗
- 轻、中度：等渗含钠液
- 重度：晶、胶体液扩容后继以补充高渗盐溶液。

- 恢复充足的血容量是最紧急的

一般予含盐晶体液：胶体

液=3：1

- 高渗盐溶液配制：3%NaCl

- 补钠量 (mmol) = [血钠正常值 (mmol) - 血钠测定值 (mmol)] × 体重 (kg) × 0.6(女0.5)
- 相对安全值: 120mmol/L
- 补液原则: 分次给予; 速度不能过快 (心肺负担, 中枢神经系统脱髓鞘病变)

# 病例

40岁女性，因反复呕吐 2 周，神志模糊 2 天入院。

体重：50kg

实验室检查：Na<sup>+</sup> 122mmol/L (135~145 mmol/L)

Q：补钠计划

治疗过程中应根据病情随时调整治疗计划，边监测边治疗

$$(142-122) \times 50 \times 0.5 = 500 \text{mmol}$$

$$500 \div 17 \approx 30 \text{g}$$

$$\text{第一天补一半: } 15 + 4.5 = 19.5 \text{g}$$

# 高渗性脱水

- 定义：原发性缺水，缺水多于失钠，血钠、渗透压升高。
- 病因：摄入水分不足；水分丧失过多
- 临床表现：口渴！与缺水程度相关

# 高渗性脱水分度

- 轻度：失水量占体重的 2%~4%；口渴
- 中度：失水量占体重的 4%~6%；极度口渴、烦躁、乏力，脱水体征
- 重度：失水量占体重的 >6%；躁狂、谵妄、昏迷等脑功能障碍表现
  
- 诊断

# 高渗性脱水治疗

- 病因治疗
- 补液：
  - 口服；静脉补液
  - 5%葡萄糖溶液或半张氯化钠溶液
  - 补水量=[血钠测量值mmol/l-血钠正常值mmol/l] × 体重kg × 4（女3、婴儿5）
  - 补水量分两日补给，当日补一半，仍需补充日需要量2000ml。
  - 补液过程中防止低钠、低钾

# 病例

40岁男性，发热4天，体温持续 39 °C 以上。极度口渴，烦躁不安。

查体：口唇干燥，眼窝深陷，皮肤弹性差。  
体重：60 kg。

实验室检查：Na<sup>+</sup> 160 mmol/L。

Q：第一天补液计划

$$(160-140) \times 60 \times 4 = 4800\text{ml}$$

$$4800/2 + 2000 = 4400\text{ml}$$

如体温仍高, 还需计算额外丢失量

体温每升高 $1^{\circ}\text{C}$ , 水份额外丧失 $3\sim 5\text{ml/Kg}$

# 水中毒

- 定义：稀释性低钠血症。水潴留、血渗透压下降、循环容量增加
- 病因：抗利尿激素分泌过多（疼痛、失血、休克、创伤、大手术等）  
肾功能不全  
过多静脉输液

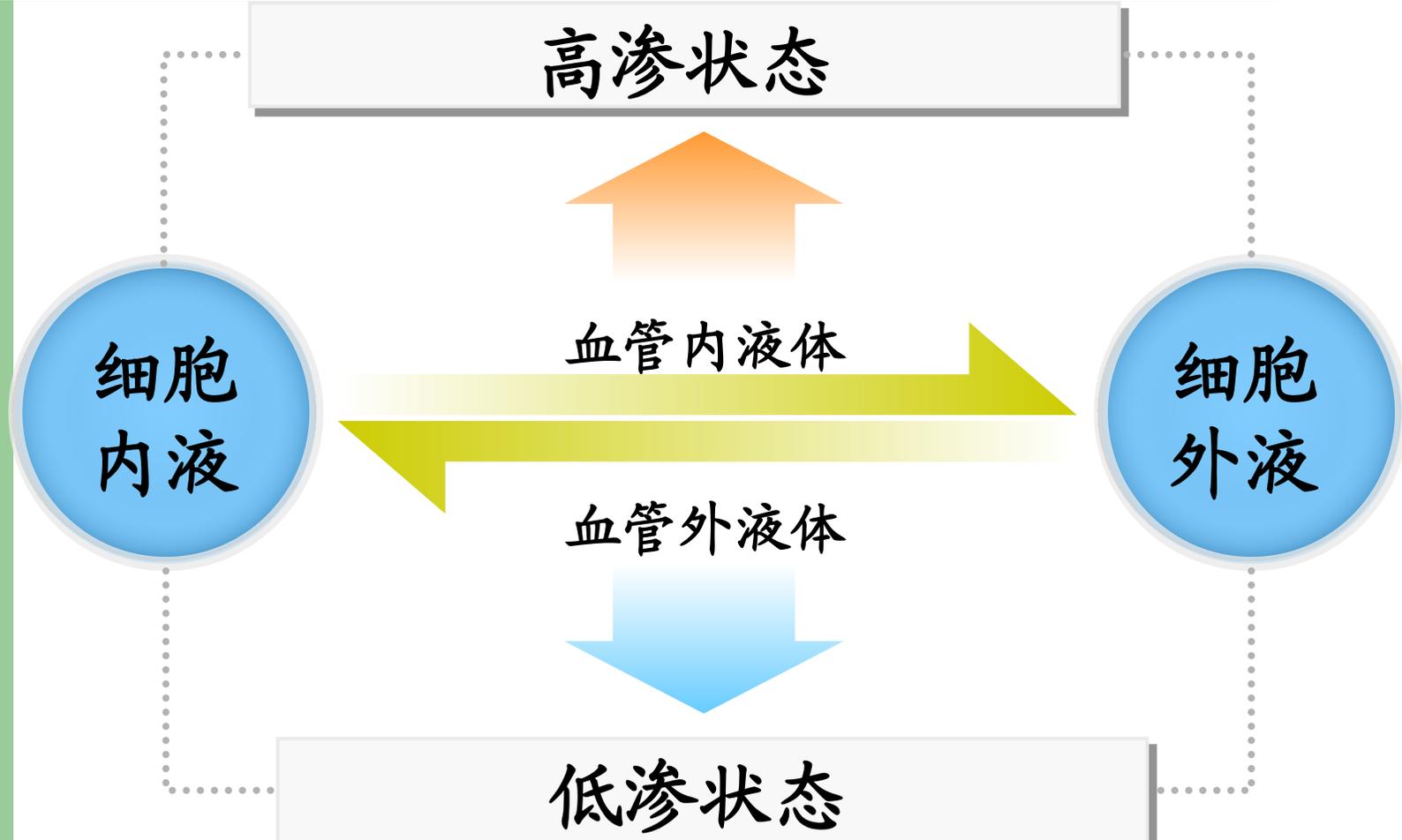
# 水中毒临床表现

- 急性水中毒：脑细胞及脑组织水肿所致神经精神症状，严重者可致脑疝。
- 慢性水中毒：不典型
- 实验室：血浆渗透压下降，血细胞比容，血红蛋白浓度下降。

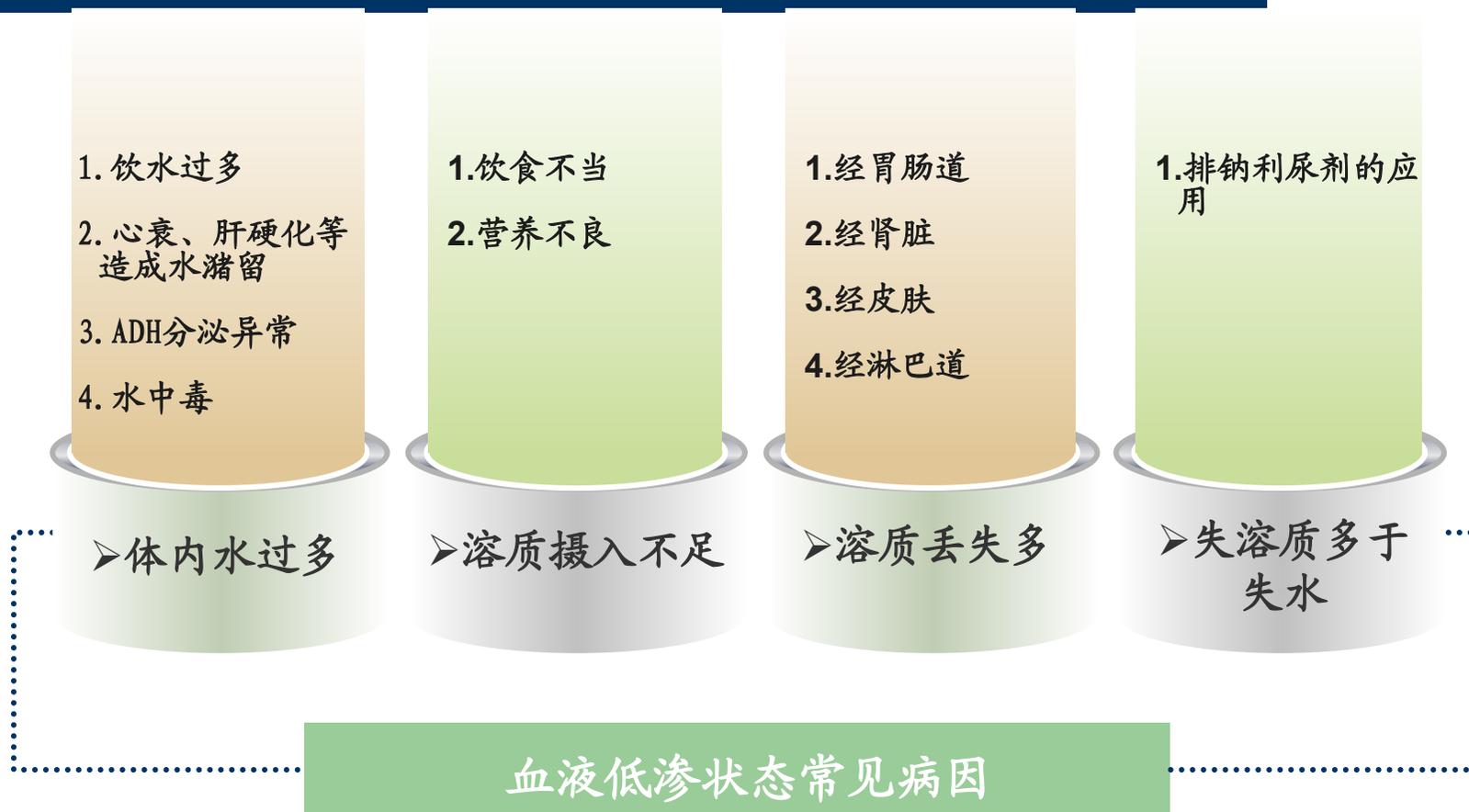
# 水中毒治疗

- 预防
- 禁水
- 利尿（渗透性利尿剂）
- 改善低渗状态及减轻脑细胞肿胀

# 体液渗透平衡



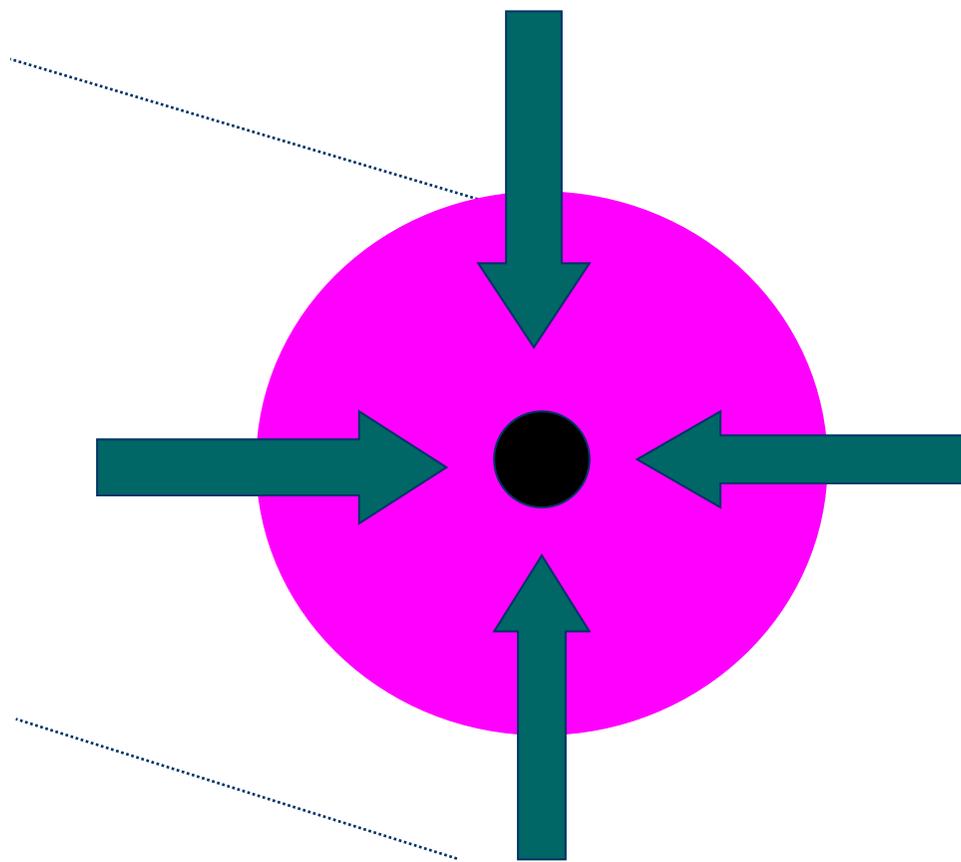
# 血液低渗状态 常见病因



# 低渗血症临床表现

## 临床表现

1. 导致细胞内水肿
2. 是否有循环血量降低
3. 临床表现严重程度取决于渗透压降低的速度，而非程度



# 低渗血症治疗

## 原则

- 1、治疗原发病
- 2、减少水的摄入
- 3、补充所缺溶质
- 4、个体化
- 5、预防的重要性

## 容量降低

- 1、急性丢失迅速补足容量
- 2、慢性丢失一般用等渗溶液缓慢纠正
- 3、危重情况下用高渗溶液
- 4、边纠正边监测

## 容量过多

- 1、限水
- 2、补充足够热量
- 3、必须补高渗液时结合利尿

# 血液高渗状态 常见病因

1. 呼吸道：高热、  
气管切开

➤ 纯水丢失

1. 中枢病变  
2. 无水摄入

➤ 水摄入不足

1. 大量出汗  
2. 大量腹泻  
3. 中枢性或肾性  
尿崩

➤ 低渗体液丢失

1. 摄入大量钠盐  
2. 高糖性高渗昏迷  
3. 渗透性利尿  
4. 尿毒症  
5. 原发性醛固酮增  
多症

➤ 溶质过载

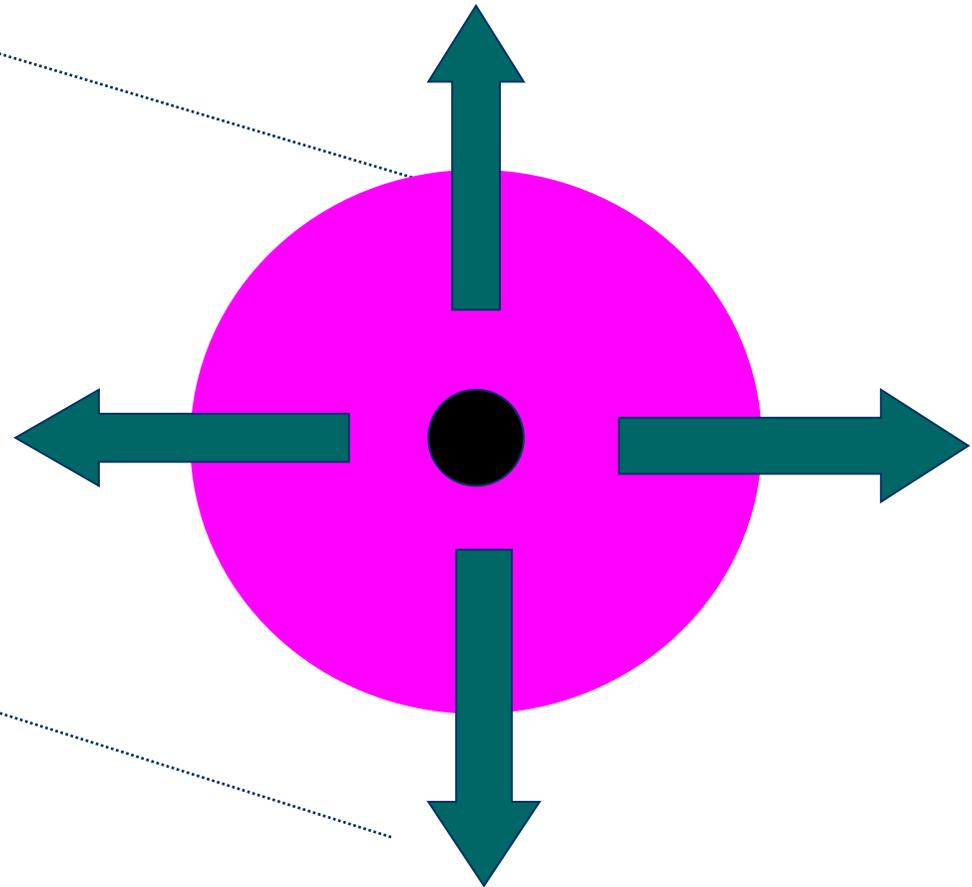
血液高渗状态常见病因

# 高渗血症临床表现

## 临床表现

1. 导致细胞内脱水

2. 口渴!!!



# 高渗血症治疗

## 原则-1

- 1、治疗原发病，去除病因
- 2、增加水或低渗晶液体的摄入
- 3、消除额外溶质

## 原则-2

- 1、急性高渗状态可较快纠正
- 2、慢性高渗状态应缓慢纠正

## 不同病因

- 1、高钠性高渗血症应相对缓慢纠正
- 2、高糖性高渗血症需降糖，及纠酸补钾，注意容量
- 3、非酮性高渗昏迷应补充低渗盐水

# 钾的代谢紊乱

- 血钾正常值：3.5~5.5mmol/l
- 生理功能：代谢、神经肌肉兴奋性等
- 低钾血症
- 高钾血症

# 低钾血症 $[K^+] < 3.5\text{mmol/l}$

- 病因： 摄入不足  
丢失过多



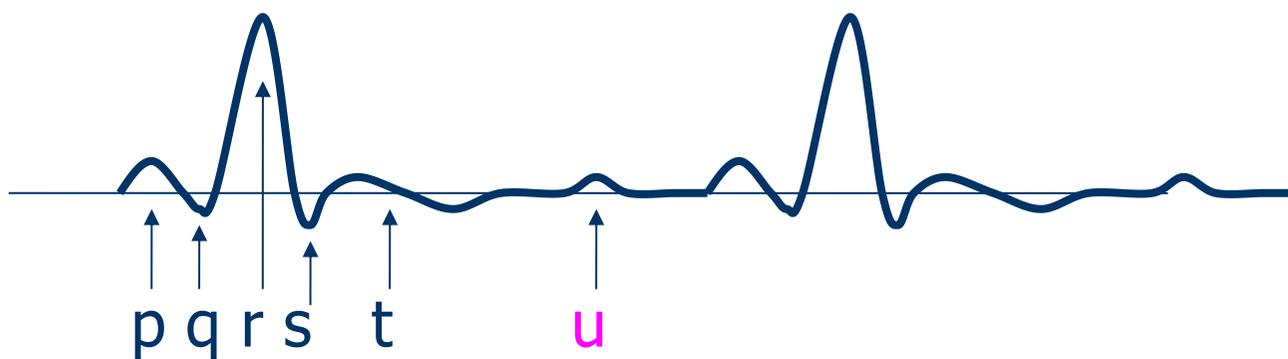
- 手术前患者 ——

- 食物摄入不足
- 利尿治疗
- 慢性腹泻
- 原发性醛固酮增高症

- 手术后患者 ——
  - 静脉输液时未适当补钾
  - 持续胃肠减压
  - 手术应激造成的继发性醛固酮增高症

# 低钾血症的临床表现

1. **神经肌肉系统**：肌无力（四肢肌→躯干肌→呼吸肌），腱反射减弱或消失。 $k < 2.5\text{mmol/l}$ 症状明显。
2. **消化系统**：肠蠕动减弱，严重时至麻痹性肠梗阻
3. **心血管系统**：快速性心律失常  
轻度：窦速，房性、室性期前收缩。  
重度：室上性或室性心动过速，室颤，心跳骤停。  
心电图：**ST段下降**，**T波低平或倒置**，出现**U波**  
(心电图表现不一，仅供参考)



# 低钾血症的临床表现

4. 肾脏：缺钾阻碍ADH作用致使肾尿浓缩功能失常：持久性低比重尿，多尿（低钾严重者）
5. 代谢性碱中毒：细胞内外H-K交换；远曲肾小管排K减少，排H增加（反常性酸性尿）

# 低钾血症的治疗

1. 尽早明确病因，病因治疗，以减少或终止继续失钾。
2. 补钾：
  - 口服（较安全）：氯化钾或枸橼酸钾 3~6g/日
  - 静脉：病情严重或不能口服者

**原则：**见尿补钾；外周静脉补钾浓度 $<3\%$ ；补钾速度有限制；禁用10%KCl静脉推注；严重低钾需巩固治疗；注意补镁

## 静脉补钾速度及用量

- ❖ 肾功能正常：速度  $< 20\text{mmol/h}$ （ $1.5\text{g/h}$ ）  
日补钾量  $< 200\text{mmol}$
- ❖ 休克病人补钾：先扩容补液，恢复血容量，改善肾功能，当尿量  $> 40\text{ml/h}$ ，开始补钾较安全

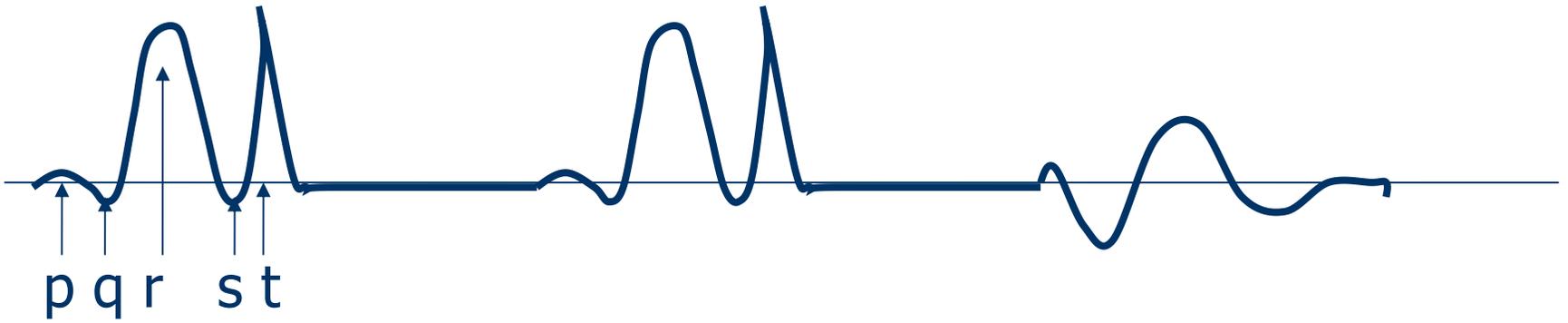
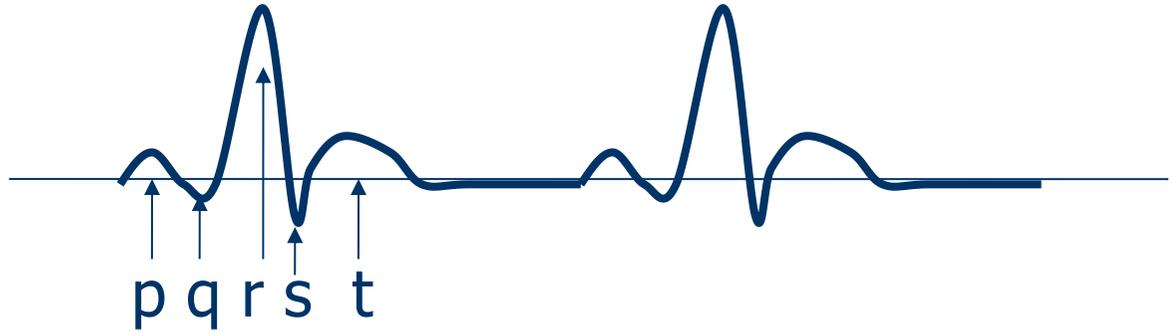
# 高钾血症 $[K^+] > 5.5\text{mmol/l}$

- 病因：

- 肾排钾减少：急、慢性肾衰竭；保钾利尿剂、盐皮质激素不足
- 摄钾过多：口服、静脉补钾过多；大量库血输入
- 钾的分布异常：酸中毒、溶血、挤压综合症、大面积烧伤；剧烈运动、药物（精氨酸、琥珀胆碱）

# 高钾血症临床表现

- 轻、中度：无特殊症状，轻度神志模糊、感觉异常、四肢软弱。
- 重度：微循环障碍表现
  - 心律失常：心动过缓、心率不齐、停搏。
  - 心电图典型改变：**T波高尖**、**QT** 间期延长。随病情加重可出现**QRS** 增宽，**PR**间期延长，**P**、**R**波幅变小、**S**波加深、**ST**段下降，最后**P**波消失、**QRS** 增宽直至室颤、停搏。



# 高钾血症的治疗

- 停止一切含钾药物或溶液
- 降低血钾浓度：(1)促进钾的排出：利尿排钾；(2)促进钾向细胞内转移：输注碳酸氢钠溶液；输注胰岛素及葡萄糖溶液；(3)阳离子交换树脂；(4)透析
- 对抗治疗：(1)静推**10%**葡萄糖酸钙溶液，可重复使用；(2)高渗盐水

# 酸碱平衡的调节



快，作用有限

30-60分钟开始，数小时达高峰



慢，作用强大

8-24小时开始，5-7天达高峰

# 常用酸碱参数



定义

**pH:** 活性氢离子浓度的负对数，反映体液氢离子活性，是机体酸碱状态的综合体现，受呼吸与代谢双重因素影响



正常值

7.35~7.45，平均7.40



计算公式

$$\text{pH} = \text{pK} + \lg\{[\text{HCO}_3^-] / 0.0301 \times \text{PCO}_2\}$$



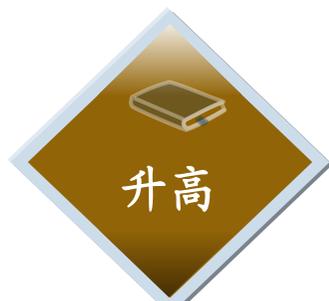
正常酸碱平衡

完全代偿的酸碱失衡

混合型酸碱失衡，相互抵消



酸血症，耐受范围：6.8-7.2



碱血症，耐受范围：7.8(危害)

# 酸碱平衡失常的分类

- 代谢性酸中毒
- 代谢性碱中毒
- 呼吸性酸中毒
- 呼吸性碱中毒
- 混合型

# 分析血气方法



先判断酸血症或碱血症



有无超出代偿范围



BE与PCO<sub>2</sub>的变化方向



代偿的速度、幅度与限度



结合电解质结果综合判断



代酸的呼吸代偿



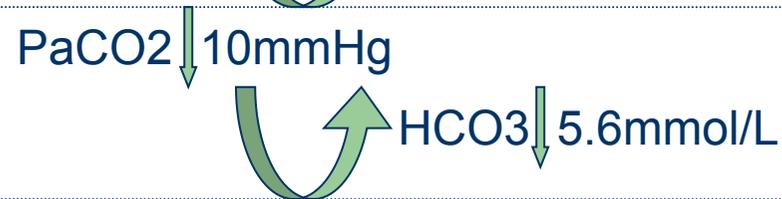
代碱的呼吸代偿



呼酸的肾脏代偿



呼碱的肾脏代偿



最大代偿限度： $\text{PaCO}_2 \pm 15\sim 20\text{mmHg}$ ， $\text{BE} \pm 15\text{mmol/L}$

# 代谢性酸中毒 $\text{PH} < 7.35$ $\text{HCO}_3^- < 18$ mmol/l

- 发病机制：酸性物质过多、碱性物质丢失过多
- 分类：阴离子间隙（AG）：血浆中未被检出的阴离子量  $\text{AG} = [\text{Na}^+] - [\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-]$ 
  - 阴离子间隙增大型：有机酸积聚（酮症酸中毒、乳酸性酸中毒）、肾功衰致酸排泄障碍

# 代谢性酸中毒的代偿机制

呼吸代偿:

$\text{HCO}_3^-$ 减少



$\text{HCO}_3^- / \text{H}_2\text{CO}_3$ 减小



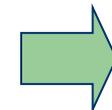
$\text{H}_2\text{CO}_3$ 相对增多



呼吸中枢兴奋, 呼吸深快



$\text{PaCO}_2$ 下降



$\text{HCO}_3^- / \text{H}_2\text{CO}_3$   
恢复正常

# 代谢性酸中毒的代偿机制

肾的代偿:

- 肾小管上皮细胞产 $\text{H}^+$ 与 $\text{NH}_3$ 增加  
 $\text{H}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 交换增加  
 $\text{H}^+$ 排出增加
- 同时 $\text{HCO}_3^-$ 重吸收增加  
 $\text{PH}$ 接近正常

# 代谢性酸中毒的临床表现

- 轻度：无明显症状
- 重症：疲乏、眩晕、呼吸深大、面颊潮红、心率增快、血压偏低、腱反射减弱消失、意识障碍、昏迷
- 易并发心律不齐、急性肾功能不全、休克
- 诊断：病史、临床表现、血气分析

# Metabolic Acidosis

## Arterial gas analysis

	Uncompensatory		compensatory	
pH	<7.35	↓↓	7.35~7.40	↓
HCO <sup>3-</sup>	<22mmol/L	↓	<22mmol/L	↓
BE	<-3mmol/L	↓	<-3mmol/L	↓
PCO <sub>2</sub>	normal		<4.67kPa	↓

# 代谢性酸中毒的治疗

- 病因消除，恢复正常代谢过程。轻症患者通过扩容、补液酸中毒可自行纠正
- 重症病人： $\text{PH} < 7.2$ 、 $\text{HCO}_3^- < 10 \text{mmol/l}$ ，补碱，予碳酸氢钠纠正
- 补碱量： $\text{NaHCO}_3 = [\text{HCO}_3^- \text{正常值} - \text{HCO}_3^- \text{测得值}] \times \text{体重}(\text{kg}) \times 0.4$  单位 (mmol)
- $1 \text{ml } 5\% \text{ NaHCO}_3 = 0.6 \text{mmol NaHCO}_3$

# 代谢性碱中毒

体内 $[\text{HCO}_3^-]$ 增多 $\text{H}^+$ 丢失

- 病因：胃液丢失过多；碱性物质摄入过多；低钾血症；利尿剂致低氯性碱中毒
- 代偿机制：呼吸代偿—呼吸浅慢  
肾代偿— $\text{H}^+$ 和 $\text{NH}_3$ 生成减少、 $\text{HCO}_3^-$ 重吸收减少
- 危害：组织缺氧

# 代谢性碱中毒的诊断

- 临床表现：呼吸浅慢、神经精神症状；低钾血症表现
- 血气分析：
  - 代偿期：PH基本正常，BE、 $\text{HCO}_3^-$ 一定程度增高
  - 失代偿期：PH、 $\text{HCO}_3^-$ 明显增高， $\text{PaCO}_2$ 正常

# Metabolic Alkalosis

## Arterial gas analysis

	Uncompensatory		compensatory	
pH	> 7.45	↑↑	7.40~7.45	↑
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	>27mmol/L	↑	>27mmol/L	↑
BE	>+3mmol/L	↑	>+3mmol/L	↑
PCO <sub>2</sub>	normal		>6.00kPa	↑

# 代谢性碱中毒的治疗

- 病因治疗
- 低钾血症：KCl
- 低氯性碱中毒：等渗盐水
- 补充盐酸精氨酸
- 严重碱中毒： $\text{PH} > 7.65$   $\text{HCO}_3^- > 45 \text{mmol/l}$  补充  $0.1 \text{mol/l}$  等渗盐酸溶液（中心静脉）
- 监测血气分析及电解质

# 呼吸性酸中毒

- 定义：肺通气功能减弱、体内 $\text{CO}_2$ 不能充分排出、血 $\text{PaCO}_2$ 增高—高碳酸血症
- 病因：
  - 急性高碳酸血症：全身麻醉过深、中枢神经系统损伤、气道堵塞、呼吸机使用不当
  - 慢性高碳酸血症：**COPD**

# 呼吸性酸中毒的诊断

- 临床表现：呼吸困难、胸闷、头痛、乏力
- 血气分析：
  - 急性高碳酸血症：PH明显↓，PaCO<sub>2</sub>↑，[HCO<sub>3</sub>]正常
  - 慢性高碳酸血症：PH轻度↓，PaCO<sub>2</sub>↑，[HCO<sub>3</sub>]↑

# Respiratory Acidosis

## Arterial gas analysis

	Uncompensatory		compensatory	
pH	<7.35	↓↓	7.35~7.40	↓
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	normal		>27mmol/L	↑
BE	normal		>+3mmol/L	↑
PCO <sub>2</sub>	>6.00kPa	↑	>6.00kPa	↑

# 呼吸性酸中毒的治疗

- 急性高碳酸血症：驱除病因，气道通畅、呼吸机辅助；调整呼吸机。避免给纯氧所致呼吸抑制
- 慢性高碳酸血症：内科治疗

# 呼吸性碱中毒

- 定义：肺泡通气过度， $\text{CO}_2$ 排除过多， $\text{PaCO}_2 \downarrow$ ，低碳酸血症
- 病因：高热、神经系统损伤、低氧血症、呼吸机使用不当

# 呼吸性碱中毒的诊断

- 临床表现：呼吸浅快、短促，头昏胸闷，麻木针刺感，手足抽搐，意识不清
- 血气分析： $\text{PH} \uparrow$  ，  $\text{PaCO}_2 \downarrow$  ，  $[\text{HCO}_3] \downarrow$
- 治疗：原发病治疗，增加呼吸道死腔，吸入含  $5\% \text{CO}_2$  氧气。严重呼碱：呼吸机控制呼吸

# Respiratory Alkalosis

## Arterial gas analysis

	Uncompensatory		compensatory	
pH	> 7.45	↑↑	7.40~7.45	↑
HCO <sup>3-</sup>	normal		< 22mmol/L	↓
BE	normal		< -3mmol/L	↓
PCO <sub>2</sub>	< 4.67kPa	↓	< 4.67kPa	↓

① pH 7.36

PCO<sub>2</sub> 8.5kPa

HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 30mmol/L

BE +5mmol/L

② pH 7.48

PCO<sub>2</sub> 7.5kPa

HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 40mmol/L

BE +15mmol/L

③ pH 7.28

PCO<sub>2</sub> 2.5kPa

HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 13mmol/L

BE -12mmol/L

④ pH 7.42

PCO<sub>2</sub> 2.5kPa

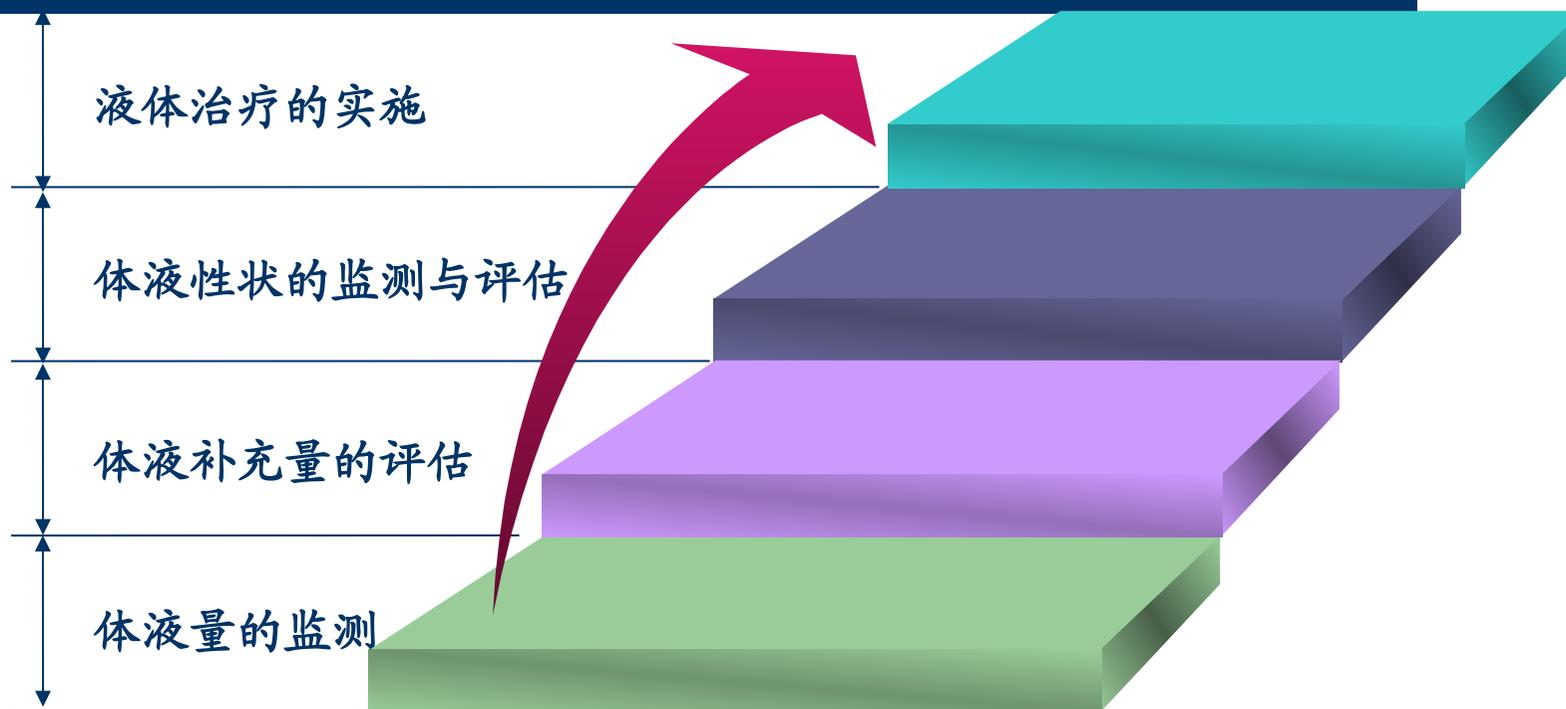
HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 18mmol/L

BE -8mmol/L

# 混合型酸碱平衡失衡

- 代谢性酸中毒合并呼吸性酸中毒
- 代谢性酸中毒合并呼吸性碱中毒
- 代谢性酸中毒合并代谢性碱中毒
- 代谢性碱中毒合并呼吸性酸中毒
- 代谢性碱中毒合并呼吸性碱中毒

# 体液疗法流程



# 体液量的监测



症状与体征



体重



压力指标



容量指标



尿量与尿比重



其他实验室检查



特殊检查

## 体液补充量的评估

### ■ 液体平衡

经口摄入

2500ml

代谢产生

200ml



出入量  $2500 \pm \text{ml}$

皮肤与呼吸

1000ml

粪便

100ml

尿

1300-1800ml

## 体液性状的监测与评估

组成  
成分



酸碱  
度



渗透  
压

血尿电  
解质

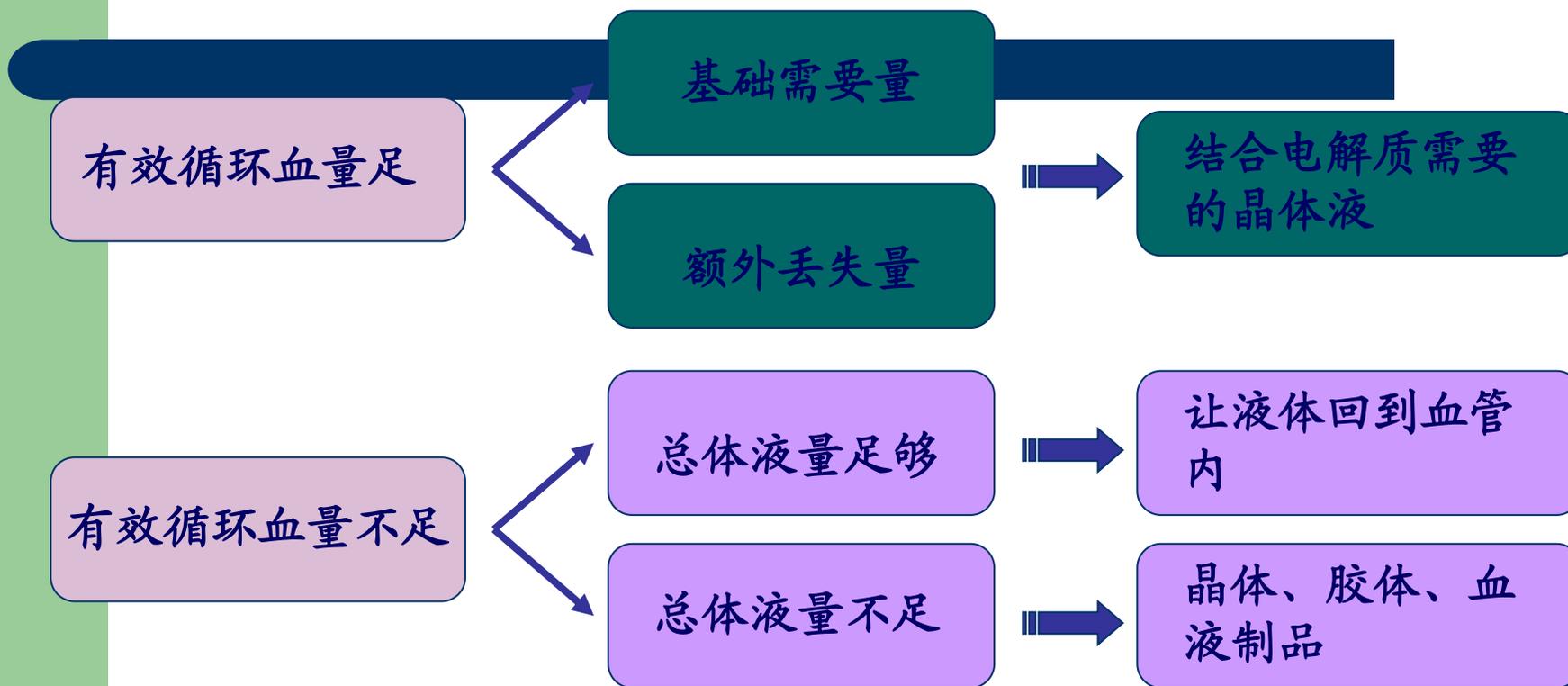


血尿渗  
透浓度



血气  
分析

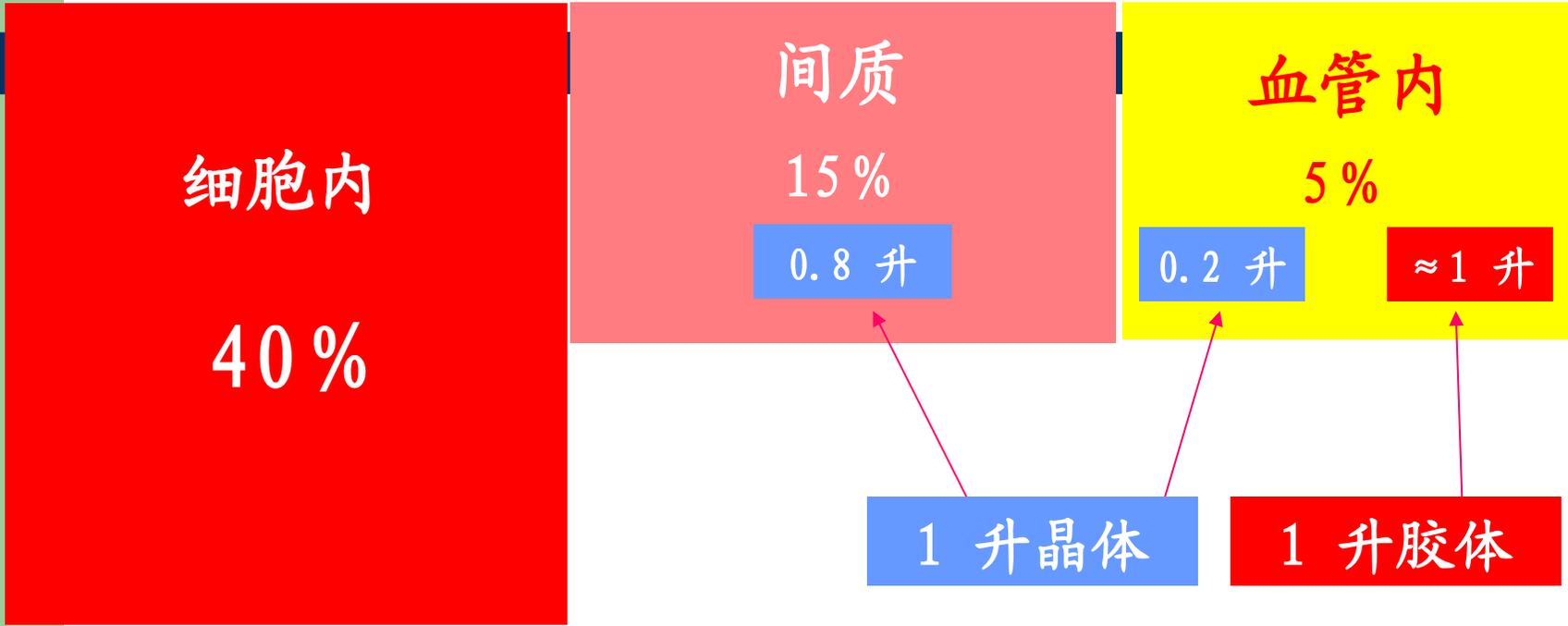
# 液体治疗的实施



边治疗边监测！

# 临床常用晶胶体

晶体溶液	天然胶体	人工胶体
→生理盐水	→全血	→羟乙基淀粉
→乳酸林格液	→新鲜冻干血浆	→右旋糖酐（低右）
→其它电解质溶液	→白蛋白	→明胶



# 基本处理原则

- 病史资料以及临床查体
- 实验室检查
- 判断体液失衡的类型及程度
- 治疗原则

# 需紧急处理的情况

- 血容量不足
- 缺氧
- 严重酸碱失衡
- 重度高钾血症

谢

谢

!

